ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 FÉVRIER 1933.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES RICHET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce le décès de M. **Johannes Schmidt**, Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie.

Notice nécrologique sur Johannes Schmidt, par M. **L. Joubin.**

L'Académie vient de perdre en la personne du professeur Johannes Schmidt, de Copenhague, décédé le 21 février, un de ses correspondants de la Section de Zoologie. Il n'avait que 56 ans.

Le Dr Schmidt débuta par des recherches de bactériologie; puis il fut chargé d'une mission botanique au Siam, d'où il rapporta la première flore de ce pays. Au cours d'un voyage dans la mer Rouge il étudia les Algues pélagiques microscopiques; ce fut l'origine de ses mémorables travaux sur le plancton.

Chargé de la direction de l'Institut Carlsberg, que l'on peut comparer à notre Institut Pasteur, il entreprit, pendant plus de 20 ans des travaux de zoologie pure et appliquée sur la biologie de divers Poissons, notamment la Morue et le Flétan en Islande et aux îles Féroé. Le navire océanographique, le *Thor*, exécuta, sous sa direction, neuf croisières aux Antilles Danoises, dans les mers d'Europe et en Méditerranée.

Le *Thor* fut remplacé par un navire plus grand, le *Dana*, sur lequel Schmidt fit de 1920 à 1922 une croisière mémorable dans l'Atlantique, au cours de laquelle il élucida le problème séculaire du développement, des métamorphoses et des migrations mystérieuses de l'Anguille. Il en rapporta

des matériaux de toutes sortes qui ont fait l'objet de publications nombreuses par lui-même et ses collaborateurs.

Le premier *Dana* fut remplacé en 1928 par un navire plus grand, du même nom, aménagé sur les plans de Schmidt, et, pendant les années 1928 à 1930, il le conduisit autour du monde, faisant, notamment au voisinage de nos colonies, d'innombrables crochets dans tous les Océans. Il a constaté que les diverses espèces d'Anguilles qui s'y trouvent se comportent, avec les variantes les plus curieuses, comme celle d'Europe. Schmidt a rapporté de ce voyage une incroyable quantité de matériaux du plus haut intérêt qui commencent seulement à être étudiés par un grand nombre de spécialistes. Jamais, en aucun pays, croisières n'ont réuni une pareille accumulation de documents.

Entre temps, pendant de longues années, Schmidt a étudié expérimentalement les races du Houblon et il a ainsi transformé la brasserie au Danemark.

Les découvertes et la réputation mondiale du professeur J. Schmidt lui avaient ouvert les portes de diverses Académies et Sociétés savantes. Il faisait partie de nombreuses Commissions scientifiques internationales; il était vice-président du Conseil international pour l'exploration de la mer. Sa disparition prématurée sera vivement ressentie dans le monde savant. Nous ne pouvons pas oublier qu'il fut, dans les bons, et surtout dans les mauvais jours, un grand ami de la France et des naturalistes français.

L'Académie présente à Mme Schmidt et à l'Académie des Sciences de Danemark l'expression de ses regrets et ses condoléances.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les espaces de Finsler.* Note de M. **Élie Cartan**.

1. L'idée de généraliser la géométrie euclidienne en substituant à l'expression ordinaire de la distance de deux points infiniment voisins l'expression plus générale

$$ds = \mathcal{L}(x^1, \ldots, x^n; dx^1, \ldots, dx^n), \tag{1}$$

où $\mathcal{L}$ est homogène et de degré 1 par rapport aux dx^i, remonte à Riemann lui-même. P. Finsler dans sa Thèse [1], a étendu à ce cas général un grand nombre de notions et de théorèmes de la géométrie ordinaire. Certains

[1] *Ueber Kurven und Flächen in allgemeinen Räumen* (*Diss. Göttingen*, 1918).

auteurs, soit antérieurement soit postérieurement à la Thèse de P. Finsler, ont essayé de généraliser la notion de transport parallèle. Les recherches les plus complètes dans cette direction sont dues à L. Berwald ([1]). Mais, comme le transport parallèle utilisé par L. Berwald, et qui remonte à E. Noether ([2]), *ne conserve pas la longueur des vecteurs*, la nature métrique de l'espace est profondément altérée, les méthodes de la géométrie différentielle euclidienne cessent d'y conserver leur validité, et la théorie ne peut s'intégrer que très difficilement les résultats obtenus par P. Finsler. Elle ne semble donc pas conforme à la nature des choses.

2. Le point de vue auquel il convient de se placer est, à mon avis, le suivant. On cherche à associer d'une manière *intrinsèque* à l'expression (1) un espace à *connexion euclidienne*, dont les propriétés géométriques contiendront ainsi en elles-mêmes *tous les invariants de* $\mathfrak{L}$ relatifs au groupe infini des transformations ponctuelles. Comme la distance (1) d'un point donné à un point infiniment voisin n'a pas la même forme qu'en géométrie euclidienne, ce n'est pas le *point*, mais *l'élément linéaire*, formé d'un point (x^i) et d'une direction $(\dot{x}^i)$ issue de ce point, qui constituera l'élément générateur de l'espace.

La connexion euclidienne de l'espace sera alors définie :

1° *Par la métrique* g_{ij} *au voisinage d'un élément* $(x, \dot{x})$ *donné ;*

2° *Par les composantes du transport parallèle*, la différentielle absolue DX^i d'un vecteur variable X^i étant de la forme

$$DX^i = dX^i + X^k(C^i_{kh}\,d\dot{x}^h + \Gamma^i_{kh}\,dx^h), \tag{2}$$

lorsque *l'élément d'appui* $(x, \dot{x})$ de ce vecteur subit une variation infinitésimale *quelconque* $(dx^i, d\dot{x}^i)$.

Pour que l'espace soit à connexion euclidienne, il faut et il suffit que le transport parallèle conserve les longueurs, ce qui se traduit par

$$dg_{ij} = (C_{ijk} + C_{jik})\,d\dot{x}^k + (\Gamma_{ijk} + \Gamma_{jik})\,dx^k. \tag{3}$$

3. Cela posé, les conventions de nature intrinsèque qui permettent d'associer à l'expression (1) une connexion euclidienne bien déterminée sont les suivantes :

A. *Le vecteur de composantes* $\dot{x}^i$ *porté dans la direction de l'élément* $(x, \dot{x})$ *a pour longueur* $\mathfrak{L}(x, \dot{x})$.

([1]) Voir en particulier les *Atti* du Congrès de Bologne (4, 1928, p. 263-270).

([2]) *Invarianten beliebiger Differentialausdrücke* (*Gött. Nach.*, 1918, p. 37-44.)

B. *Tout vecteur dont la direction δx^i est transversale à l'élément $(x, \dot{x})$ est perpendiculaire à cet élément.*

C. *Soit $\overline{\mathrm{D}}\overrightarrow{\mathrm{X}}$ la différentielle absolue d'un vecteur $\overrightarrow{\mathrm{X}}$ dont l'élément d'appui subit une rotation infinitésimale autour de son centre (x) et dont les composantes X^i restent fixes. On a, $\overrightarrow{\mathrm{X}}$ et $\overrightarrow{\mathrm{Y}}$ étant deux vecteurs quelconques de même élément d'appui, la loi de symétrie $\overrightarrow{\mathrm{X}}.\overline{\mathrm{D}}\overrightarrow{\mathrm{Y}} = \overrightarrow{\mathrm{Y}}.\overline{\mathrm{D}}\overrightarrow{\mathrm{X}}$.*

D. *Si $\overrightarrow{\mathrm{X}}$ est porté dans la direction de son élément d'appui,* $\overline{\mathrm{D}}\overrightarrow{\mathrm{X}} = 0$.

E. *Les composantes Γ^{*j}_{ik} du transport parallèle d'un vecteur* QUAND SON ÉLÉMENT D'APPUI EST TRANSPORTÉ PARALLÈLEMENT A LUI-MÊME *satisfont à la condition de symétrie $\Gamma^{*j}_{ik} = \Gamma^{*j}_{ki}$.*

D'après A et B, les composantes contrevariantes et covariantes du vecteur unitaire porté dans la direction de l'élément $(x, \dot{x})$ sont

$$(4) \qquad l^i = \frac{\dot{x}^i}{\mathcal{L}}, \qquad l_i = \mathcal{L}_{;i} \quad (^1).$$

D'après C et D, on a, en posant $\mathcal{F} = 1/2\,\mathcal{L}^2$,

$$(5) \qquad g_{ij} = \mathcal{F}_{;i;j}, \qquad \mathrm{C}_{ijk} = \frac{1}{2}\mathcal{F}_{;i;j;k}.$$

On peut alors calculer les composantes $\overline{\varpi}^i$ de la différentielle absolue du vecteur unitaire l^i quand l'élément $(x, \dot{x})$ tourne autour de son centre (x),

$$(6) \qquad \overline{\varpi}^i = dl^i = d\frac{\dot{x}^i}{\mathcal{L}} \quad \text{et} \quad \overline{\varpi}_i = dl_i = d\mathcal{L}_{;i}.$$

On en déduit immédiatement le carré $d\varphi^2$ de l'angle de deux éléments infiniment voisins de même centre

$$(7) \qquad d\varphi^2 = \overline{\varpi}^i\,\overline{\varpi}_i = \frac{1}{\mathcal{L}}\mathcal{L}_{;i;j}\,d\dot{x}^i\,d\dot{x}^j;$$

la *métrique angulaire* ainsi obtenue a été indiquée pour $n = 2$ par G. Landsberg [2].

Enfin, la convention E donne, en posant

$$(8) \qquad \mathrm{G}_i = \frac{1}{2}(\mathcal{F}_{;i,k}\,\dot{x}^k - \mathcal{F}_{,i}),$$

---

(1) Nous désignons pour abréger par $\mathrm{F}_{,i}$ la dérivée $\partial\mathrm{F}/\partial x^i$ et par $\mathrm{F}_{;i}$ la dérivée $\partial\mathrm{F}/\partial\dot{x}^i$.

(2) *Jahresb. der d. Math. Ver.*, **16**, 1907, p. 547-557.

les composantes Γ^{i}_{kh} par les formules

$$(9) \qquad \Gamma_{jik} = \frac{1}{2}(g_{ij,k} + g_{ik,j} - g_{jk,i}) + C_{jkm} G^{m}_{;i} - C_{ikm} G^{m}_{;j}.$$

On en déduit, pour la différentielle absolue ϖ^i du vecteur unitaire l^i, lorsque l'élément $(x, \dot{x})$ varie d'une manière quelconque,

$$(10) \qquad \varpi^i = dl^i + \frac{1}{\mathcal{L}} G^{i}_{;k}\, dx^k,$$

d'où l'on tire

$$(11) \quad \Gamma^{*}_{jik} = \Gamma_{jik} - C_{ijm} G^{m}_{;k} = \frac{1}{2}(g_{ij,k} + g_{ik,j} - g_{jk;i}) + C_{jkm} G^{m}_{;i} - C_{ijm} G^{m}_{;k} - C_{ikm} G^{m}_{;j}.$$

On remarquera que ces quantités ne font intervenir que les dérivées *troisièmes* de $\mathcal{L}$, la dérivation étant prise une fois au plus par rapport aux x^i ([1]).

Les extrémales de l'intégrale $\int \mathcal{L}(x; dx)$ sont les courbes qui annulent les ϖ^i.

4. Le vecteur l^i et les g_{ij} constituent les deux tenseurs les plus simples de l'espace. De tout tenseur, par exemple T_{ij}, dont les composantes sont nécessairement homogènes et de degré zéro par rapport aux $\dot{x}^i$, on déduit de nouveaux tenseurs par les opérations suivantes :

1° Les produits contractés $l^m T_{mj}$ et $l^m T_{im}$ donnent les nouveaux tenseurs T_{0j} et T_{i0}.

2° Les quantités $\mathcal{L} T_{ij;k}$ donnent encore un nouveau tenseur. En particulier on obtient en partant du tenseur $1/2\, g_{ij}$ le tenseur symétrique

$$(12) \qquad A_{ijk} = \frac{1}{2} \mathcal{L} g_{ij;k} = \mathcal{L} C_{ijk}.$$

3° Il existe une *dérivation covariante* définie par

$$(13) \qquad T_{ij|k} = T_{ij,k} - T_{ij;m} G^{m}_{;k} - T_{im} \Gamma^{*m}_{jk} - T_{mj} \Gamma^{*m}_{ik};$$

en particulier les tenseurs $l_{i|j}$ et $g_{ij|k}$ sont nuls (théorème de Ricci) ([2]).

5. La *courbure* et la *torsion* de l'espace traduisent les déplacements

---

([1]) Les composantes analogues de L. Berwald, qui sont les quantités $g_{im} G^{m}_{;j;k}$, font au contraire intervenir les dérivées du *quatrième* ordre.

([2]) La théorie de L. Berwald comporte aussi une dérivation covariante. Le tenseur $g_{ij|k}$ de L. Berwald n'est autre que notre tenseur $-2 A_{ijk|0}$; de plus la différence entre le Γ_{ijk} de L. Berwald et notre Γ^{*}_{ijk} est égale à $A_{ijk|0}$.

associés aux différents cycles infinitésimaux *d'éléments*. Ces cycles peuvent se ramener à trois catégories. Ils donnent naissance à un *tenseur de torsion* qui n'est autre que A_{ijk}, et à trois *tenseurs de courbure*.

Le premier S_{ijkh}, donné par

$$S_{ijkh} = A^{m}_{ih} A_{jkm} - A^{m}_{ik} A_{jhm}, \tag{14}$$

n'intéresse que la métrique angulaire en un point; il s'annule quand cette métrique est de courbure 1.

Le second est donné par

$$P^{j}_{ihk} = \mathcal{L}\Gamma^{\star j}_{ih;k} - A^{j}_{ik|h} + A^{j}_{im} A^{m}_{kh|0}. \tag{15}$$

Enfin le dernier, antisymétrique par rapport à ses deux premiers et à ses deux derniers indices, est donné par [1]

$$\begin{aligned} R_{ijkh} = {} & \Gamma^{\star}_{ijk,h} - \Gamma^{\star}_{ijh,k} - (\Gamma^{\star}_{ijk;m} G^{m}_{;h} - \Gamma^{\star}_{ijh;m} G^{m}_{;k}) + \Gamma^{\star}_{imh} \Gamma^{\star m}_{jk} - \Gamma^{\star}_{jmh} \Gamma^{\star m}_{ik} \\ & + C_{ijm}(G^{m}_{;k,h} - G^{m}_{;h,k} - G^{m}_{;k;r} G^{r}_{;h} + G^{m}_{;h;r} G^{r}_{;k}). \end{aligned} \tag{16}$$

THERMOÉLECTRICITÉ. — *Sur la construction des piles thermoélectriques.* Note de M. A. COTTON.

Dans la séance du 30 janvier dernier, j'ai présenté une Note de M. A. Égal sur de nouveaux modes de réalisation des piles thermoélectriques (voir ce volume, p. 332). J'ai appris depuis que le modèle sans soudures représenté par l'une des figures, la figure 5, n'est pas nouveau. Dans un brevet datant de 1925 (n° 597221), M. Jean Gabreau avait décrit une pile thermoélectrique sans soudures, comprenant un fil continu sur lequel on a fait à des places convenables un dépôt d'un autre métal. Cette pile avait été présentée à la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale le 14 mai 1927 (voir le *Bulletin* de cette Société, janvier 1932, p. 60).

Mais en réalité, ce procédé de fabrication de piles sans soudures avait déjà été décrit et étudié dès 1920 en Angleterre par W. H. Wilson et Mlle T. D. Eps (*Proc. Physical Society*, London, 32, 1920, p. 326-339).

Tout récemment H. Kernstein et R. Schaffert (*Rev. of Sc. Instruments*, 3, 1932, p. 189) ont décrit une pile sans soudures où les dérivations sont supprimées. Sur une cathode d'acier poli inoxydable, ils font deux dépôts électrolytiques successifs empiétant légèrement l'un sur l'autre. Ces dépôts

(1) A rapprocher du tenseur Kijkl de L. Berwald.

sont ensuite détachés de la cathode. Si cette cathode est une tige ronde, et si chacune des lignes suivant lesquelles les deux métaux se recouvrent correspond à une génératrice du cylindre, il suffit de découper la pellicule déposée galvaniquement suivant une hélice avant de la détacher pour obtenir un ruban continu comprenant des parties, en nombre aussi élevé que l'on veut, formées alternativement de l'un et l'autre métal.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Extension du pouvoir immunisant des virus exanthématiques par association de deux virus d'origine différente.* (*Virus typhiques contre Virus de la Fièvre pourprée.*) Note de MM. **Charles Nicolle** et **J. Laigret.**

Dans une Note récente [1], M. Pierre Lépine, examinant les conditions qui déterminent l'immunité conférée par l'atteinte de typhus expérimental, remarque que « une inoculation d'épreuve, pratiquée sur un animal récemment immunisé, non suivie de réaction, renforce considérablement et pour une période prolongée l'état d'immunité de cet animal vis-à-vis de toutes les souches de typhus exanthématique, quelle que soit leur origine ».

C'est un fait d'ordre général. Nous l'avons observé souvent au cours de nos recherches sur les typhus. La répétition des inoculations virulentes, espacées ou rapprochées, effectives ou non, renforce l'immunité vis-à-vis du virus employé et même vis-à-vis des virus voisins, quand ceux-ci ont, avec le premier, des antigènes préventifs communs, ce qui est le cas de tous les virus typhiques.

Nous apportons ici des observations qui montrent que ce renforcement peut s'étendre, en ce qui concerne les fièvres exanthématiques, à des virus, différant les uns des autres par leurs antigènes préventifs.

Les virus typhiques, aussi bien le virus historique (épidémique) que les virus murins, sont dépourvus de propriétés immunisantes vis-à-vis du virus de la Fièvre pourprée des Montagnes rocheuses.

Dans une série d'expériences qui sera publiée ultérieurement [2], nous

(1) *C. R. Soc. de Biologie*, **111**, 17 déc. 1932, p. 933.

(2) Une autre série d'expériences que nous publierons en même temps montre, d'autre part, que le virus de la fièvre pourprée n'immunise pas vis-a-vis des virus des divers typhus.

avons remarqué que, sur un total de 22 cobayes, inoculés avec les virus typhiques historiques (12) ou murins (10), puis éprouvés avec le virus de la Fièvre pourprée, tous ont contracté une infection typique et mortelle (sauf une), à l'exception d'un seul qui n'a pas réagi à deux inoculations successives du virus pourpré, virulentes et mortelles pour les cobayes témoins. Il est impossible de savoir si cette résistance anormale est le fait de l'inoculation virulente antérieure ou si elle reconnaît comme cause la résistance individuelle du cobaye; des cas pareils s'étant rencontrés, quoique très rarement, sur des cobayes neufs, alors que leurs congénères s'infectent presque tous et succombent d'ordinaire à l'inoculation.

En admettant même que, dans le cas rapporté, l'inoculation du virus typhique (tunisien) ait été la cause de la résistance au second virus, il ne peut s'agir que d'un fait exceptionnel.

Or, sur trois singes, ayant reçu à deux reprises des virus typhiques différents, puis éprouvés par l'inoculation du virus de la Fièvre pourprée, nous avons constaté deux fois l'immunité vis-à-vis de ce virus.

Voici l'observation de ces animaux :

M. A. R., Singe Papion, mâle.

Première inoculation, par *virus typhique murin de Toulon* (souche Marcandier), le 22 avril 1931 (et par M. Marcandier lui-même qui nous a, plus tard, adressé ce singe). *Typhus typique :* Incubation 9 jours, fièvre 11 jours de durée.

Deuxième inoculation, par *virus typhique murin de Mexico* (souche Mooser), le 1er décembre 1931, soit sept mois plus tard. *Résultat négatif.*

Troisième inoculation, par *virus de la fièvre pourprée* (souche Parker), le 23 juin 1932, soit sept mois plus tard. *Résultat négatif.* Deux cobayes témoins s'infectent et meurent.

Quatrième inoculation, par le *même virus*, le 6 juillet, soit 13 jours après l'inoculation précédente. *Résultat négatif.* Deux cobayes témoins s'infectent et meurent.

M. A. N., Singe Bonnet chinois, mâle.

Première inoculation, par *virus typhique historique* (souche Tunis), le 6 décembre 1930. *Typhus typique* : Incubation 7 jours, fièvre de 9 jours de durée.

Deuxième inoculation, par *virus typhique murin de Mexico* (souche Mooser), le 13 octobre 1931, soit dix mois plus tard. *Résultat positif*, le singe présente un typhus net, quoique léger : Incubation 10 jours, fièvre d'une durée de 5 jours au cours de laquelle la température n'a pas dépassé 39°,8.

Troisième inoculation, par le *même virus*, le 27 décembre 1931, soit 2 mois et demi après la dernière. *Résultat négatif*, deux cobayes témoins positifs.

Quatrième inoculation, par le *virus de la fièvre pourprée* (souche Parker), le 30 juin 1932, soit 6 mois après la dernière inoculation. *Résultat négatif.* Deux cobayes témoins s'infectent et meurent.

M. I., Singe Bonnet chinois, femelle.

Première inoculation, par *virus typhique murin du Mexique* (souche Mooser), le 13 octobre 1931. *Typhus typique :* incubation 7 jours, fièvre de 8 jours de durée.

Deuxième inoculation, par *virus typhique historique* (souche Tunis), le 26 novembre 1931, soit 1 mois et demi plus tard. *Résultat négatif.* Cobayes témoins positifs.

Troisième inoculation, par *virus de la fièvre pourprée* (souche Parker), le 30 juin 1932, soit 11 mois après la dernière inoculation. *Résultat positif :* Incubation 4 jours, fièvre de 7 jours de durée.

En résumé : Alors que, sur 22 cobayes ayant reçu une inoculation d'un virus exanthématique (historique 12 fois, murins 10) qui les a infectés, un seul a résisté à l'inoculation ultérieure du virus de la fièvre pourprée (réserve faite de l'explication de cette résistance individuelle), 2 singes sur 3, ayant reçu deux inoculations préalables de virus typhiques différents, ont présenté une immunité vis-à-vis du virus de la maladie des Montagnes Rocheusses.

Il semble légitime de conclure de cette constatation que l'inoculation successive de virus typhiques d'origines différentes *étend* la propriété antigénique préventive de ces virus et la rend active vis-à-vis d'un virus exanthématique, éloigné de chacun d'entre eux par la nature de son antigène préventif.

ÉLECTRICITÉ. — *Propagation d'oscillations électriques le long d'un tube contenant un gaz ionisé.* Note de M. C. **Gutton** et Mlle **M. Chenot**.

Lorsqu'on approche de l'une des extrémités d'un long tube, contenant un gaz à une pression de l'ordre du millième de millimètre de mercure, un oscillateur à triode dont la fréquence correspond à quelques mètres de longueur d'onde, le tube s'illumine et la luminosité s'étend très loin jusqu'à des régions où le champ de l'oscillateur est négligeable. On peut d'ailleurs le supprimer complètement en enfermant l'oscillateur dans une boîte métallique où pénètre seulement une faible longueur du tube.

Mlle Chenot a montré [1] que, si l'amplitude des oscillations est suffisante pour que la colonne lumineuse atteigne l'extrémité du tube opposée à l'oscillateur, il s'établit un système d'ondulations stationnaires. On observe

---

[1] M. Chenot, *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 38 et 673.

le long du tube une série de concamérations lumineuses séparées par des espaces plus sombres et en explorant, avec un résonateur, le champ au voisinage du tube, on le trouve semblable à celui qui existe le long d'un fil métallique à l'extrémité isolée duquel se réfléchissent des ondes hertziennes. Les internœuds sont toutefois beaucoup plus courts que le long du fil, ils correspondent à une vitesse de propagation seulement égale à quelques centièmes de la vitesse de la lumière.

Ces observations conduisent à étudier les mouvements des centres électrisés dans un long tube contenant un gaz ionisé lorsqu'on y produit un champ électromagnétique périodique de fréquence élevée.

A cause de leur grande différence de masses, l'amplitude d'oscillation des électrons est beaucoup supérieure à celle des centres positifs, on peut donc admettre que sous l'action d'un champ de haute fréquence les électrons seuls oscillent. Nous supposerons d'abord des oscillations d'assez faible amplitude pour qu'elles ne produisent pas une ionisation supplémentaire et ne changent pas le nombre total des électrons préexistants. La perturbation périodique que l'on crée dans le gaz modifie seulement leur répartition.

Soient u l'élongation à l'instant t d'un électron de masse m et de charge e dans une tranche d'épaisseur dx, N le nombre d'électrons par centimètre cube. De cette tranche sont sortis par une face sNu électrons, il en est entré par l'autre $sN(u + \partial u/\partial x\, dx)$. La charge positive n'ayant pas varié, la densité électrique cubique est $\rho = Ne\,\partial u/\partial x$.

La charge $\rho s\, dx$ de cette tranche est sollicitée par une force égale à la différence des actions qu'exercent sur elle les charges des deux parties du tube qui la comprennent. Si le *diamètre de ce tube est petit*, les charges éloignées ont une action négligeable vis-à-vis de celles qu'exercent les charges immédiatement voisines.

Ces dernières créent un champ de force proportionnel à la différence de densité cubique de part et d'autre de la tranche considérée, c'est-à-dire proportionnelle au gradient $\partial\rho/dx$ de cette densité.

La force agissant sur la charge $Nes\,dx$ est donc

$$a^2 Nes\,dx \frac{\partial \rho}{\partial x} \quad \text{ou} \quad a^2 N^2 e^2 s\,dx \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}.$$

L'équation du mouvement des électrons dans la tranche d'abscisse x est, en divisant les deux membres par $s\,dx$,

$$Nm \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 N^2 e^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}.$$

Elle exprime une propagation des oscillations électroniques avec la vitesse

$$V = ae\sqrt{\frac{N}{m}}.$$

On trouve donc une propagation lorsque le diamètre du tube est assez petit pour que l'on puisse admettre que l'état d'une tranche du tube ne dépend que de l'état des tranches voisines.

Le coefficient a a les dimensions d'une longueur, c'est une fonction du diamètre d du tube qui s'annule avec ce diamètre, d étant petit, on peut poser

$$a = kd$$

et

$$V = ked\sqrt{\frac{N}{m}}.$$

La vitesse de propagation est proportionnelle au diamètre du tube et à la racine carrée du nombre d'électrons par centimètre cube.

Ce résultat suppose qu'une ionisation constante est entretenue le long du tube, par exemple, en y provoquant une décharge à fréquence très basse.

Ce ne sont pas les conditions des expériences de Mlle Chenot pour lesquelles les perturbations qui se propagent entretiennent elles-mêmes l'ionisation. Toutefois, ces expériences étant faites à très basse pression, la diffusion crée une répartition des centres électrisés qui varie très lentement avec l'abscisse et à laquelle se superposent les oscillations électroniques à fréquence élevée dont on observe la propagation.

Il n'est pas nécessaire pour expliquer une propagation de faire intervenir les ions positifs.

M. **Marcel Brillouin** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée *Oscillations d'un liquide pesant dans un bassin cylindrique en rotation*, par Marcel Brillouin et Jean Coulomb.

Ce petit livre est le développement et l'étude mathématique approfondie par M. J. Coulomb, de deux *Leçons* faites en février 1931 par M. Brillouin à propos des marées. Ce qui en fait l'intérêt, c'est que la profondeur du bassin n'est pas supposée très petite.

M. **Marcel Brillouin** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de

M. G. Prévost : *Tables de fonctions sphériques et de leurs intégrales, pour calculer les coefficients du développement en série de polynomes de Laplace, d'une fonction de deux variables indépendantes*, dont il a écrit la *Préface*.

M. E. **Fichot** fait hommage à l'Académie du tome onzième, 3e série, années 1931-1932, des *Annales hydrographiques*, contenant en particulier les *Rapports préliminaires de la campagne du* Pourquoi-Pas? *en* 1930 *et* 1931, par M. J.-B. Charcot.

M. **Jules Richard** fait hommage à l'Académie du fascicule LXXXVI des *Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par* Albert Ier, *prince souverain de Monaco : Poissons*, par Louis Roule et Fernand Angel.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Pierre Humbert. *Un amateur, Peiresc*, 1580-1637.

2° Le fascicule 10 des *Travaux de la Station biologique de Roscoff* publiés par Charles Pérez. (Présenté par M. F. Mesnil.)

3° *Contribution à l'étude de la différenciation des dents jugales chez les Mammifères. Essai d'une théorie de la dentition*, par M. Friant. Préface de R. Anthony. (Présenté par M. Ch. Jacob.)

STATISTIQUE. — *La signification des constantes dans la formule de Gompertz-Makeham.* Note de M. **E.-J. Gumbel.**

On a souvent objecté à la formule de Gompertz-Makeham pour l'intensité $\mu(x)$ de la mortalité

$$\mu(x) = a + be^{\gamma x}$$

en fonction de l'âge x qu'on ne pouvait pas attribuer une signification aux constantes.

Pour toute table de survie qui a, comme c'est toujours le cas pour l'homme, deux points d'inflexion aux âges x_1 et x_2, avec $x_1 < x_2$, où x_1 et x_2 sont respectivement les âges pour lesquels la densité de mortalité passe par un minimum et par un maximum, on trouve

$$\mu(x_1, x_2) = \frac{1}{2}(\gamma \mp \sqrt{\gamma^2 - 4a\gamma})$$

d'où l'on tire

$$\gamma = \mu(x_1) + \mu(x_2),$$
$$\frac{1}{a} = \frac{1}{\mu(x_1)} + \frac{1}{\mu(x_2)},$$

valeurs qui sont significatives puisque la formule peut être appliquée à partir de x_1. Donc γ est le double de la moyenne arithmétique et $1/a$ le double de la moyenne harmonique des intensités de mortalité aux âges caractéristiques x_1 et x_2.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques théorèmes de la théorie des équations différentielles ordinaires non linéaires du second ordre.* Note [1] de M. **Alfred Rosenblatt.**

1. J'ai étudié récemment l'équation non linéaire du second ordre

$$y'' = f(x, y, y') \tag{1}$$

en recherchant les intégrales passant par deux points, comme l'avait déjà fait M. Picard.

J'ai appliqué à cet effet la méthode des approximations successives de M. Picard, en remplaçant dans son raisonnement la condition de Lipschitz par la condition

$$|f(x, y_1, y'_1) - f(x, y_2, y'_2)| \leq \frac{\alpha|y_1 - y_2|}{x^{1+m}(b-x)^{1+m}} + \frac{\beta|y'_1 - y'_2|}{x^m(b-x)^m} \tag{2}$$

et en remplaçant ensuite cette inégalité par l'inégalité suivante :

$$|f(x, y_1, y'_1) - f(x, y_2, y'_2)| \leq \frac{\alpha|y_1 - y_2|}{x^2(b-x)^2} + \frac{\beta|y'_1 - y'_2|}{x(b-x)}. \tag{3}$$

Il n'y a qu'à suivre le raisonnement de M. Picard, *mutatis mutandis*, en

[1] Séance du 20 février 1933.

se servant de l'équation auxiliaire

(4) $$y'' = \varphi(x)$$

où $\varphi(x)$ est supposée continue pour $< 0, b >$ et satisfaisant à la condition

(5) $$|\varphi(x)| \leqq \frac{N}{x^{1+m}(b-x)^{1+m}} \qquad (0 < m < 1).$$

On a les deux conditions de M. Picard :

(6) $$\frac{Mb^2}{8} + |B| \leqq L,$$

(7) $$\frac{Mb}{2} + \frac{|B|}{b} \leqq L'$$

et la condition

(8) $$\frac{\alpha K}{b^2} + \frac{\beta K'}{b} < 1,$$

où K et K' sont deux constantes positives qui peuvent être prises égales à

$$\frac{2^{2-m}}{1-m} + \frac{1}{m} \quad \text{et} \quad \frac{2(1+m)}{m(1-m)}.$$

On a donc le théorème suivant :

Théorème. — *L'équation* (1) *possède dans le domaine* $|y| \leqq L$, $|y'| \leqq L'$, $0 \leqq x \leqq b$ *une intégrale* unique *qui soit continue et à dérivée continue dans l'intervalle* $0 < x < b$, *pourvu que les conditions* (6), (7), (8) *soient satisfaites.* M *est le maximum de* $|f(x, y, y')|$ *dans le domaine.* $y'(x)$ *est continu dans* $< 0, b >$ *et* $y(x)$ *est donné par les approximations successives de M. Picard.*

2. Sans approfondir la question de la *nécessité* des conditions semblables à (2) remarquons que l'équation suivante

(9) $$y'' = \frac{6y}{x^2(b-x)^2}[x^2 + (b-x)^2 - 3x(b-x)],$$

pour $0 \leqq y \leqq x^3(b-x)^3$,

$$y'' = 0 \qquad \text{pour } y \leqq 0,$$

$$y'' = 6x(b-x)[x^2 + (b-x)^2 - 3x(b-x)] \qquad \text{pour } y \geqq x^3(b-x)^3,$$

possède *une infinité d'intégrales*

(10) $$y = CX^3(b-x)^3 \qquad (0 \leqq C \leqq 1)$$

nulles pour $x = 0$ et pour $x = b$ et plus petites en valeur absolue que b^6. Ici la constante α de l'inégalité (3) n'est pas plus petite que $6b^2$ et la condition (8) *n'est pas remplie.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Validité de la théorie de Fredholm pour certains noyaux non bornés.* Note de M. **Georges Giraud**.

Soit $f(t)$ une fonction positive croissante de la variable positive t, telle que $f(t)t^{-m}$ soit décroissant (m entier positif) et que l'intégrale

$$\int_0 \frac{f(t)}{t}\,dt$$

soit convergente; ces hypothèses entraînent que $f(t)$ est continu et infiniment petit avec t. Nous considérons les équations intégrales

$$(1) \qquad \varphi(X) - \lambda \int_E^{(m)} G(X, A)\,\varphi(A)\,dV_A = \varphi(X),$$

où le noyau G est une fonction de deux points de l'espace à m dimensions, continue quand les deux points sont distincts, et remplissant la condition

$$|G(X, \Xi)| < k f[L(X, \Xi)]\,L^{-m}(X, \Xi) \qquad (L = \text{distance}),$$

qui entraîne que cette fonction est sommable; k est une constante, E est un ensemble borné et fermé, φ est une fonction continue donnée. On peut démontrer que *les trois théorèmes fondamentaux de Fredholm sont valables pour l'équation* (1).

Pour cela on pose, en désignant par a une constante positive,

$$H(X, \Xi) = H^{(1)}(X, \Xi) = G(X, \Xi)\exp[-aL^m(X, \Xi)],$$

$$H^{(n+1)}(X, \Xi) = \int_E^{(m)} H^{(n)}(X, A)\,H(A, \Xi)\,dV_A,$$

et l'on prouve que, si Λ est un nombre positif donné, et si a est choisi assez grand, la série

$$N_1(X, \Xi; \lambda) = \sum_{n=1}^{\infty} \lambda^{n-1} H^{(n)}(X, \Xi)$$

converge pour $|\lambda| < \Lambda$; en multipliant le terme général par

$$\frac{L^m(X, \Xi)}{f[L(X, \Xi)]},$$

la convergence devient uniforme tant que $|\lambda|$ reste inférieur à $\Lambda' < \Lambda$. On

déduit alors de l'équation (1)

$$(2)\qquad \rho(X)+\lambda\int_E^{(m)}\rho(\Xi)\left[N_1(X,\Xi;\lambda)-G(X,\Xi)-\lambda\int_E^{(m)}N_1(X,A;\lambda)\,G(A,\Xi)\,dV_A\right]dV_\Xi$$
$$=\varphi(X)+\lambda\int_E^{(m)}N_1(X,A;\lambda)\,\varphi(A)\,dV_A.$$

Or on démontre que le noyau de cette nouvelle équation, c'est-à-dire la fonction qui multiplie $\rho(\Xi)\,dV_\Xi$ sous le signe d'intégration, est continu même quand les deux points sont confondus. Les séries de Fredholm peuvent donc être formées pour l'équation (2), et elles représentent des fonctions holomorphes de λ dans le domaine $|\lambda|<\Lambda$. On met ainsi ρ sous la forme

$$(3)\qquad \rho(X)=\varphi(X)+\lambda\int_E^{(m)}N(X,A;\lambda)\,\varphi(A)\,dV_A,$$

où le *noyau résolvant* $N(X,\Xi;\lambda)$, qui se réduit à G pour $\lambda=0$, satisfait à l'identité bien connue

$$(4)\qquad (\lambda-\mu)\int_E^{(m)}N(X,A;\lambda)\,N(A,\Xi;\mu)\,dV_A=N(X,\Xi;\lambda)-N(X,\Xi;\mu),$$

et est méromorphe pour $|\lambda|<\Lambda$. Comme Λ peut être donné arbitrairement, et comme le noyau résolvant est bien déterminé, *ce noyau est méromorphe dans tout le plan complexe* (on peut aussi en donner une expression valable, par exemple, pour toute valeur réelle de λ); ses pôles sont indépendants de X et de Ξ. Les théorèmes de Fredholm se déduisent de ce résultat.

Ces considérations semblent utiles à la théorie des opérations aux dérivées partielles du second ordre et du type elliptique. Dans les problèmes relatifs à de telles opérations $\mathcal{F}u$, on a été amené à supposer que certaines données remplissent des conditions de Hölder; si l'on remplace celles-ci par des conditions telles que

$$(5)\qquad |\Psi(X)-\Psi(Y)|<Mf[L(X,Y)],$$

qui appartiennent à la classe plus générale des *conditions de Dini*, les équations de Fredholm qui s'introduisent appartiennent au type ici étudié. Bien entendu, il faut voir si les considérations qui permettent d'introduire ces équations continuent à s'appliquer, mais on peut répondre affirmativement

au moins sur les deux points suivants. Si l'on suppose que les coefficients $a_{\alpha,\beta}$ des dérivées secondes dans $\mathcal{F}$ remplissent une condition (5), on peut considérer, comme auparavant, certaines intégrales analogues à des potentiels de domaine [1]; la définition généralisée donnée alors pour l'opération $\mathcal{F}$ s'applique à ces potentiels, et le résultat est le même qu'antérieurement; si la densité ρ satisfait aussi à une condition (5), les dérivées secondes du potentiel existent et sont continues. Considérons maintenant une variété engendrée par un point dont les m coordonnées sont fonctions de $m-1$ paramètres, les dérivées de ces fonctions remplissant des conditions (5), et supposons qu'il n'y ait pas de point singulier; on peut former pour cette variété un potentiel de simple couche, avec les mêmes hypothèses sur les $a_{\alpha,\beta}$, et la dérivée du potentiel suivant la direction conormale s'exprime comme antérieurement.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Critères d'unicité et de multiplicité par les intégrales d'un système d'équations différentielles du premier ordre.* Note [2] de M. A. **Marchaud**, présentée par M. Émile Borel.

1. Soit un système d'équations différentielles du premier ordre,

$$\frac{dx_i}{dt} = f_i(t, x_1, \ldots, x_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n), \tag{1}$$

où *les f_i sont des fonctions définies et continues dans le domaine ouvert,*

$$\Delta = \{ 0 < t \leqq 1 \}.$$

Pour simplifier l'écriture mettons le système sous la forme vectorielle

$$\frac{d\vec{x}}{dt} = \vec{F}(t, \vec{x}). \tag{1'}$$

en désignant par $\vec{x}$ et $\vec{F}(t, \vec{x})$ les vecteurs de $t = 0$ dont les composantes respectives sont les x_i et les f_i.

2. Considérons deux intégrales $\vec{y}(t)$ et $\vec{z}(t)$, définies dans $(0, 1)$, c'est-à-dire deux vecteurs continus dans cet intervalle et satisfaisant à (1)'

(1) *Bull. Sc. math.*, 56, 1932, p. 248-273, 281-312, 316-352, spécialement Chap. I, 9, p. 258.

(2) Séance du 20 février 1933.

pour $0 < t \leqq 1$. Il est naturel pour les comparer de faire intervenir le module de leur différence, ou plus généralement, une fonction scalaire de cette différence. Soit $\Phi(\vec{x})$ une telle fonction, partout continue, positive sauf pour $\vec{x} = 0$ et pourvue d'un gradient continu sauf peut-être pour $\vec{x} = 0$. Posons

$$\varphi(t) = \Phi\left[\vec{z}(t) - \vec{y}(t)\right].$$

On a immédiatement

$$\varphi'(t) = \overrightarrow{\operatorname{grad}}\,\Phi\left[\vec{z}(t) - \vec{y}(t)\right].\left\{\vec{F}\left[t, \vec{z}(t)\right] - \vec{F}\left[t, \vec{y}(t)\right]\right\}, \tag{2}$$

pourvu que t et $\varphi(t)$ ne soient pas nuls, puisque $\vec{y}(t)$ et $\vec{z}(t)$ sont dérivables et satisfont à $(1)'$ pour $0 < t \leqq 1$.

La relation (2) conduit tout naturellement à faire sur $\vec{F}$ des hypothèses telles que les suivantes

$$\overrightarrow{\operatorname{grad}}\,\Phi\left[\vec{x} - \vec{y}(t)\right].\left\{\vec{F}(t, \vec{x}) - \vec{F}\left[t, \vec{y}(t)\right]\right\} \leqq G\left\{t, \Phi\left[\vec{x} - \vec{y}(t)\right]\right\}, \tag{3}$$

$$\overrightarrow{\operatorname{grad}}\,\Phi\left[\vec{x} - \vec{y}(t)\right].\left\{\vec{F}(t, \vec{x}) - \vec{F}\left[t, \vec{y}(t)\right]\right\} \geqq g\left\{t, \Phi\left[\vec{x} - \vec{y}(t)\right]\right\}, \tag{4}$$

qui donneront respectivement un critère d'unicité et un critère de multiplicité pour $\vec{y}(t)$. D'une manière précise on a les énoncés suivants :

I. Théorème de comparaison et d'unicité. — *Soient $\vec{y}(t)$ une intégrale de $(1')$ définie dans $(0, 1)$ et $\Phi(\vec{x})$ une fonction scalaire de $\vec{x}$ partout continue, positive sauf pour la valeur $\vec{x} = 0$, qui l'annule, et pourvue d'un gradient continu quel que soit $\vec{x} \neq 0$.*

Si pour tout point $(t, \vec{x})$ de Δ situé en dehors de $\vec{x} = \vec{y}(t)$ la relation (3) est satisfaite, où $G(t, u)$ représente une fonction continue dans $\{0 < t \leqq 1\}$, nulle pour $u = 0$, toute intégrale $\vec{z}(t)$, définie dans $(0, 1)$, satisfait dans tout l'intervalle à l'inégalité

$$\Phi\left[\vec{z}(t) - \vec{y}(t)\right] \leqq U(t),$$

dans laquelle $U(t)$ désigne l'intégrale supérieure droite de l'équation

$$\frac{du}{dt} = G(t, u), \tag{5}$$

issue du point $\{0, \Phi[\vec{z}(0) - \vec{y}(0)]\}$, *pourvu que cette intégrale existe dans* $(0, 1)$ [1].

II. Théorème de multiplicité. — *Soient* $\vec{y}(t)$ *une intégrale de* $(1)'$ *définie dans* $(0, 1)$ *et* $\Phi(\vec{x})$ *une fonction scalaire possédant les propriétés suivantes :*

1° *Elle est continue quel que soit* $\vec{x}$, *et positive sauf pour la valeur* $\vec{x} = 0$, *qui l'annule.*

2° *Elle possède partout, sauf peut-être pour* $\vec{x} = 0$, *un gradient continu et différent de zéro* [2].

3° *Si* $\Phi(\vec{x})$ *est au plus égal à un nombre fini donné,* $|\vec{x}|$ *est borné.*

Si pour tout point $(t, \vec{x})$ *de* Δ, *situé au dehors de* $\vec{x} = \vec{y}(t)$, *la relation* (4) *est satisfaite, où* $g(t, u)$ *représente une fonction continue dans* $\{0 < t \leqq 1\}$, *et si de plus l'équation*

$$\frac{du}{dt} = g(t, u) \tag{6}$$

admet une intégrale issue de l'origine prenant pour $t = t_1$, $0 < t_1 \leqq 1$, *une valeur positive* r_1, *alors par tout point* $(t_1, \vec{x}_1)$, *tel que* $\Phi[\vec{x}_1 - \vec{y}(t_1)]$ *soit au plus égal à* r_1, *passe au moins une intégrale de* $(1)'$ *issue du point* $[0, \vec{y}(0)]$.

3. Les théorèmes précédents sont évidemment valables pour $n = 1$. Pratiquement on les utilisera surtout en prenant $\Phi(\vec{x}) = |\vec{x}|$, en axes rectangulaires. Dans ce cas particulier le théorème I est l'extension d'une proposition que j'ai signalée au dernier Congrès international des Mathématiciens. On pourra le rapprocher de deux résultats voisins, mais plus restrictifs, dus respectivement à MM. E. Kamke [3] et A. Rosenblatt [4].

Le théorème II généralise, même pour $n = 1$ et $\Phi(\vec{x}) = \vec{x}$, un critère de multiplicité donné par M. Tamarkine [5] dans le cas d'une seule équation.

---

[1] $U(t)$ est définie par la condition suivante :

$u(t)$ étant une intégrale à droite quelconque de (5), partant de $[0, U(0)]$, on a $u(t) \leqq U(t)$, dans tout l'intervalle où $u(t)$ existe. Lorsque G est bornée et continue dans $\{0 \leqq t \leqq 1\}$, $U(t)$ existe nécessairement.

[2] Lorsque le signe = est exclu de la relation (4), il n'est pas nécessaire de supposer que, pour $x = 0$, le gradient de $\Phi(\vec{x})$ n'est pas nul.

[3] *Sitz. ber. d. Heidelb. Ak.*, **17**, 1930, p. 2.

[4] *Rend. dei Lincei*, **8**, 1928, p. 41.

[5] *Math. Zeitschr.*, **16**, 1922, p. 207; voir aussi Lavrentieff, *ibid.*, **23**, 1925, p. 197.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété différentielle des continus de Jordan.* Note de M. **Eugène Blanc**, présentée par M. Élie Cartan.

Une collection $\Gamma(M)$ de droites ou de demi-droites étant attachée, d'après une loi donnée, à chaque point M d'un ensemble ponctuel plan E, nous appellerons *accumulatif* de $\Gamma(M)$ au point M la collection de toutes les droites ou demi-droites d'accumulation de $\Gamma(M')$ quand M' tend vers M [1]. Si cet accumulatif est contenu dans $\Gamma(M)$, il y a semi-continuité supérieure d'inclusion $(\overline{\text{S. C. I.}})$; s'il contient $\Gamma(M)$, il y a semi-continuité inférieure d'inclusion $(\underline{\text{S. C. I.}})$. S'il est confondu avec $\Gamma(M)$, on obtient un nouveau mode de continuité dont je donnerai un exemple.

Soit K l'arc simple de Jordan $[x=f(t),\ y=g(t)]$, obtenu avec des fonctions f et g continues sans plus, lorsque t décrit l'intervalle (a, b). Si l'on prend K pour ensemble E et si $\Gamma(M)$ est le paratingent (ptg), on sait qu'il possède la $\overline{\text{S. C. I.}}$ Je me propose d'établir pour le contingent (ctg) une propriété analogue. Avec M. A. Denjoy nous dirons que M est sommet pour K si le ctg peut y être inclus dans un angle inférieur à π, l'ensemble des sommets étant d'ailleurs dénombrable [2]. Soit $K(t_1, t_2)$ l'ensemble des points de K obtenus pour $t_1 < t < t_2$. Un type connu de raisonnement [3] appliqué dans des conditions ici très élargies fournit le théorème suivant :

Théorème I. — *S'il n'y a aucun sommet sur* $K(t_1, t_2)$, *on peut y trouver au moins un point en lequel le ctg renferme les deux directions opposées parallèles à la droite* M_1M_2.

La distance d'un point M de $K(t_1, t_2)$ à la droite M_1M_2 est en effet une fonction continue de t; si elle n'est pas identiquement nulle, elle admet un maximum qu'elle atteint au moins une fois *entre* t_1 et t_2. Soient τ la valeur correspondante de t, μ le point correspondant de K et TT′ la parallèle à M_1M_2 menée par μ. L'ensemble $K(t_1, t_2)$ est tout entier d'un même côté de TT′, celui qui contient M_1M_2. Le ctg de K en μ est formé de demi-directions toutes comprises dans ce demi-plan; μ ne pouvant être un

---

(1) Locution de M. G. Bouligand conforme à l'esprit de son article : *Sur l'idée d'ensemble d'accumulation* (*Enseign. Math.*, 30, 1931, p. 243-247).

(2) A. Denjoy, *J. de Liouville*, 11, 1915, p. 147 et suiv.

(3) Voir *par exemple* J. Valiron, *Journ. de Math.*, 4, 1925, p. 281-297.

sommet, ce ctg devra contenir les directions μT et $\mu T'$. Ce théorème se réduit à celui des accroissements finis et à ses généralisations classiques si l'on suppose que f et g sont dérivables dans l'intervalle ouvert (t_1, t_2). Il permet de démontrer le théorème suivant :

Théorème II. — *Sur un arc simple de Jordan, en tout point* M *qui n'est ni sommet, ni limite de sommets, le ptg est confondu avec l'accumulatif des ctg en* M.

En premier lieu le ptg contient son accumulatif puisqu'il possède la S. C. I.; tous les éléments du ctg étant d'ailleurs des éléments du ptg, l'accumulatif des ptg contient celui des ctg; le ptg contient donc l'accumulatif des ctg. En second lieu, d'après le théorème I, à toute corde $M_n M'_n$ dont les extrémités sont assez voisines de M correspond un point μ_n en lequel le ctg contient les directions $M_n M'_n$ et $M'_n M_n$. Lorsque M_n et M'_n tendent vers M, il en est de même de μ_n, ce qui montre que toute direction du ptg est un élément d'accumulation des ctg voisins. Ainsi se trouve démontré le théorème II.

Le ctg en M étant inclus dans le ptg sera inclus dans son propre accumulatif; il possède donc la S. C. I. en tout point qui n'est ni sommet ni limite de sommets. Ce résultat moins général que le précédent a sur lui l'avantage de rester vrai même lorsque le point M est un sommet; cela provient essentiellement de ce que M séparant le continu en deux arcs, le ctg du continu total est formé de la réunion des ctg des deux arcs, propriété que ne possède pas le ptg. On peut donc dire en définitive que :

Théorème III. — *Sur un arc simple, le ctg possède la S. C. I. en tout point qui n'est pas limite de sommets.*

C'est le théorème que je désirais établir. Il généralise un résultat de M. W. H. Young [1] sur les formes indéterminées du type O. Il s'y réduit, si l'on suppose f et g dérivables; la condition « absence de sommets au voisinage de M » est d'ailleurs moins restrictive que celle de M. Young : « absence de zéros ou d'infinis communs pour f' et g' au voisinage de la valeur considérée ».

Voici maintenant quelques corollaires presque évidents :

Corollaire I. — *Sur un arc simple de Jordan ne contenant qu'un nombre fini de sommets, le ctg possède la* S. C. I. *en tout point.*

---

[1] *On indeterminate Forms* (*Proc. Lond. Math. Soc.*, 2e série, 8, 1910, p. 40-76).

Corollaire II. — *Si sur un tel arc le ptg et le ctg coïncident en tout point, ils coïncident avec leurs accumulateurs.* C'est l'exemple annoncé de cette sorte de continuité au sens de l'inclusion dont j'ai parlé plus haut.

Corollaire III. — *Si, réciproquement, le ctg est continu à ce sens et si l'arc étudié ne contient aucun sommet, le ctg coïncide en tout point avec le ptg.*

Enfin si l'on considère un continu de Jordan pouvant contenir des points multiples, les conclusions précédentes restent valables moyennant des restrictions qui seront précisées dans une rédaction plus détaillée de ces résultats.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur les régimes transitoires.*

Note de MM. **E. Crausse** et **J. Baubiac**, présentée par M. Henri Villat.

En appliquant la méthode indiquée dans une précédente Note [1] nous avons étudié le régime transitoire correspondant à la mise en vitesse d'un liquide visqueux à partir du repos, dans un ajutage cylindrique vertical de diamètre D précédé d'un réservoir et terminé à l'aval par un robinet. Nous avons fait varier la viscosité du liquide employé et les dimensions de l'ouvrage en ayant soin de réaliser l'égalité des nombres de Reynolds pour les régimes permanents atteints. En désignant par v_1 la vitesse en un point déterminé du premier ouvrage à l'époque t_1 et par v_2 la vitesse en un point homologue du deuxième ouvrage à l'époque t_2, en désignant par $\lambda = D_2/D_1$ le rapport de similitude géométrique, par $K = \nu_2/\nu_1$ le rapport des coefficients cinématiques de viscosité, nous avons vérifié que les courbes (v_1, t_1) et $(v_2\lambda/K, t_2 K/\lambda^2)$ coïncident (*fig.* 1).

La loi de similitude de Reynolds s'applique donc pendant toute la durée des régimes transitoires envisagés.

Voici les données numériques de l'une des expériences réalisées :

$$D_1 = 8^{cm}, \qquad D_2 = 4^{cm}, \qquad \nu_1 = 0,428, \qquad \nu_2 = 0,0095.$$

Vitesses de régime permanent au point considéré

$$V_1 = 31,2 \text{ cm/sec}, \qquad V_2 = 1,38 \text{ cm/sec}.$$

On voit qu'à nombre de Reynolds égal le régime permanent s'établit d'autant plus rapidement que la viscosité est plus élevée.

---

[1] *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 466.

Nous avons étudié en outre la variation de la durée du régime transitoire en fonction du nombre de Reynolds, le liquide partant du repos. Comme le régime permanent n'est obtenu théoriquement qu'au bout d'un temps infini, nous avons fait intervenir les temps nécessaires pour qu'en un point déterminé de l'ouvrage, la vitesse v atteigne une fraction $1/m$ de sa

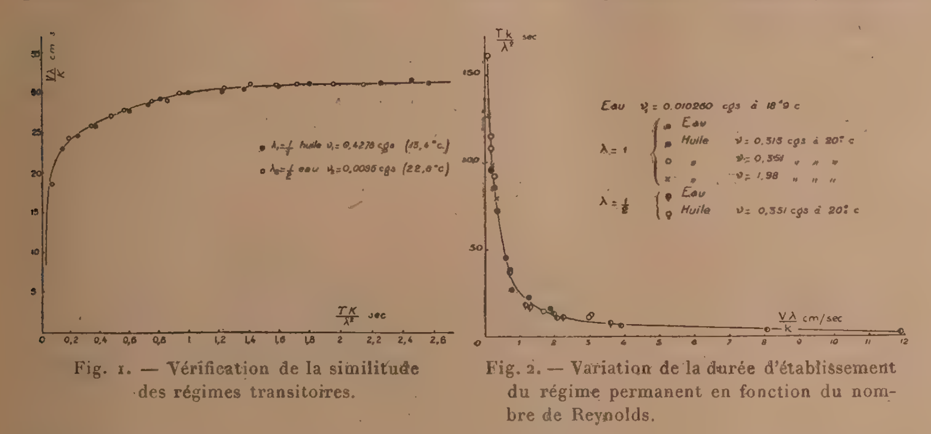


Fig. 1. — Vérification de la similitude des régimes transitoires.

Fig. 2. — Variation de la durée d'établissement du régime permanent en fonction du nombre de Reynolds.

valeur en régime permanent. La courbe obtenue (*fig.* 2) montre que les durées d'établissement du régime permanent sont d'autant plus élevées que le nombre de Reynolds est plus faible.

La courbe de la figure 2 est tracée en prenant comme base de comparaison l'ajutage de diamètre intérieur $D_1 = 8^{cm}$ et l'eau à $18°,9$ ($\nu_1 = 0,010260$ C. G. S.), $1/m = 95$ pour 100.

La vitesse de régime permanent varie de 2 à 106 cm/sec et le rapport K de 1 à 440.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur une époque remarquable d'activité solaire (première quinzaine de février).* Note de M. **Henri Memery**, présentée par M. Ernest Esclangon.

La période undécennale des taches solaires, ou période de Schwabe, paraît aujourd'hui bien établie, toutes les observations effectuées depuis la découverte de cette période en ayant confirmé l'existence. Toutefois, il semble qu'il existe dans les variations des phénomènes solaires et particulièrement dans celles des taches, d'autres périodicités, indépendantes de la période undécennale.

En effet, si l'on note, par exemple, les dates d'apparition et de disparition des grandes taches solaires, on observe que lors des années précédentes, d'autres grandes taches sont apparues sensiblement aux mêmes dates; on dirait que *les taches solaires ont une tendance à s'accumuler sur certaines dates.*

L'observation montre que la première quinzaine de février est une époque de grande fréquence des taches solaires, remarquable par l'apparition de certaines taches d'une étendue exceptionnelle. L'immense groupe de taches qui vient de traverser le disque solaire, du 31 janvier au 13 février, paraît faire partie d'une série périodique de taches arrivant dans les derniers jours de janvier et dont voici les dates de visibilité pour les cinquante dernières années.

Grandes taches visibles (ayant effectué une traversée du disque solaire, ou dont la superficie a atteint au moins 100 millionièmes de l'hémisphère solaire).

1880....	Du 30 janvier	au 11 février	1907....	Du 29 janvier	au 8 février
	30 »	10 »	1908....	29 »	7 »
1881....	31 »	11 »	1915....	31 »	10 »
1883....	31 »	12 »	1916....	31 »	9 »
1884....	29 »	10 »	1917....	30 »	9 »
	30 »	11 »	1919....	31 »	8 »
	31 »	11 »		31 »	11 »
1885....	30 »	10 »	1921....	30 »	12 »
1886....	30 »	11 »	1926....	31 »	8 »
1892....	31 »	10 »	1927....	29 »	10 »
1894....	30 »	10 »		29 »	11 »
1896....	31 »	8 »	1930....	30 »	11 »
1897....	30 »	11 »	1933....	31 »	13 »
1905....	20 »	11 »			

Les séries d'années qui ne comptent pas de taches correspondent généralement à un minimum de la période solaire, où les taches sont absentes quelquefois pendant plusieurs mois, par exemple :

1887 à 1891 (minimum solaire en 1888-1889);
1900 à 1904 (» 1901-1902);
1909 à 1914 (» 1912-1913);
1922 à 1925 (» 1923).

Une autre série, moins importante, faisant partie de cette recrudescence d'activité solaire de la première quinzaine de février, se montre avec l'apparition de grandes taches dans les trois premiers jours de février, avec dis-

parition du 12 au 15 février, ce qui contribue à élever considérablement, pour la première quinzaine de février, la courbe représentant la *moyenne quotidienne normale* des taches solaires pour un certain nombre d'années (50 ans, par exemple).

Le groupe qui a été visible du 31 janvier au 13 février 1933, d'une étendue extraordinaire (a été *visible à l'œil nu*, *comme tache double*, du 4 au 8 février), constitue un fait exceptionnel, l'année 1933 se trouvant à proximité du minimum de la période solaire actuelle.

Remarques au sujet de la Note précédente, par M. **Ernest Esclangon**.

La Note de M. Memery, par les observations qu'elle relate, tendrait à montrer, vis-à-vis des taches solaires et parmi les multiples périodes qui peuvent s'y rattacher, l'existence d'une tendance à périodicité annuelle.

Une telle conclusion doit être formulée avec réserve, car elle conduirait à cette conséquence un peu surprenante d'un certain degré de liaison entre la production des taches solaires et la période de révolution de la Terre autour du Soleil, liaison qui, logiquement, devrait être étendue aux autres planètes. Les recherches, qu'à diverses reprises, on a tenté dans cette voie n'ont pas donné de résultat nettement positif. Aussi convient-il de rester dans l'expectative en attendant que de très longues séries d'observations puissent permettre d'aborder ce problème avec toute l'efficacité désirable.

GÉODÉSIE. — *Influence des oscillations diurnes de la verticale sur les résultats des nivellements de haute précision.* Note de M. **E. Prévot**, présentée par M. Ch. Lallemand.

En juillet 1925 [1], j'ai émis l'hypothèse que certains écarts systématiques notables et anormaux, constatés en France et à l'étranger, entre des nivellements très précis, d'époques différentes, et restés jusqu'alors inexpliqués, pouvaient avoir pour cause une déformation, dans le temps, des surfaces de niveau du globe terrestre.

Une première confirmation expérimentale de cette hypothèse ressort d'observations faites au Parc Saint-Maur, à l'Observatoire de l'Institut

---

[1] *C. R. du Congrès de Grenoble de l'Ass. fr. pour l'Av. des Sciences*, 1925, p. 161; *Bulletin géodésique*, 12, 1926, p. 249.

de Physique du Globe de l'Université de Paris [1]. On a pu mesurer l'amplitude de certaines variations périodiques diurnes de la verticale, paraissant liées a une cause d'origine thermique et saisonnière. Alors que les oscillations diurnes déjà connues, d'origine astronomique, sont beaucoup trop faibles pour influencer les nivellements de précision, les oscillations d'origine thermique sont capables de provoquer de graves anomalies.

L'amplitude du phénomène doit varier avec la constitution du sol; on peut admettre cependant que, pour la moitié septentrionale de la France, l'ordre possible de grandeur de son influence sur les résultats des nivellements peut être évalué d'après l'amplitude des oscillations mesurées en 1928, au Parc Saint-Maur, par MM. L. Genaux et R. Guilhen [1]. Ces oscillations varient de quelques centièmes de seconde en hiver à plus d'*une seconde* en été. En juillet 1928, leur amplitude *moyenne* atteignait, entre 10^h et 16^h, jusqu'à 0",65 dans le sens W-E et 0",45 dans le sens S-N, ce qui fait ressortir une variation moyenne de l'ordre de 0",8 dans une direction peu différente du S-W au N-E.

Un calcul très simple montre qu'entre deux nivellements exécutés, pendant une belle journée d'été, sur un parcours de 1^{km} orienté du S-W au N-E, l'un vers 10^h et l'autre vers 15^h, l'oscillation de la verticale entraînera dans les résultats un désaccord de 4^{mm}, alors que la résultante de toutes les autres causes d'erreur n'a qu'une valeur probable de $1^{mm},5$.

D'autre part, si l'on imagine deux nivellements effectués, pendant la saison d'été, entre Brest et Strasbourg, et si, sur chaque tronçon du travail journalier, on exécute, suivant un usage assez fréquent, le premier nivellement entre 7^h et 11^h, et le deuxième entre 14^h et 18^h, l'écart entre les deux dénivellations obtenues sera, du fait de l'oscillation diurne thermique de la verticale (évaluée à 0".5 en moyenne), de $2^m,8$, la valeur probable de l'écart imputable à toutes les autres causes d'erreur étant inférieure à 11^{cm}.

Ces graves anomalies passent souvent inaperçues en raison des compensations partielles qu'entraîne la diversité des circonstances d'exécution (orientation et fragmentation des lignes nivelées, heures des observations, etc.). Mais, dans les cas fréquents où des écarts anormaux ont été constatés sans qu'on ait pu leur trouver une explication plausible, on conçoit le rôle qu'a pu jouer le phénomène physique précité.

Conclusion. — En vue notamment de provoquer de nouvelles recherches

---

(1) L. GENAUX et R. GUILHEN, *Ann. de l'Inst. de Physique du Globe de l'Univ. de Paris*, 9, 1931, p. 102.

à cet égard, l'attention des géodésiens doit être appelée sur les conséquences possibles de l'oscillation thermique de la verticale. D'autre part, le moment paraît venu où il serait utile d'observer, dans le temps, non seulement les variations de l'intensité de la gravité, comme l'a suggéré M. Esclangon ([1]), mais encore, ce qui est, il est vrai, plus délicat, celles de la direction.

ÉLECTRONIQUE. — *Sur la théorie de la diffusion des neutrons.* Note de M. **J. Solomon**, présentée par M. M. de Broglie.

Dans des travaux récents ([2]), on a cherché à rendre compte des lois du choc d'un neutron et d'un noyau de charge Ze en admettant la loi d'interaction ([3])

$$V(r) = \frac{Ze^2}{r} e^{-\frac{r}{\rho}}. \tag{1}$$

La méthode de Born a été appliquée, comme dans la démonstration, due à Wentzel ([4]), de la loi de Rutherford, en se contentant de la première approximation. Le but de cette Note est d'indiquer les limites d'application des formules ainsi obtenues.

Tout d'abord, il faut remarquer que la méthode de Born est un développement d'après les puissances croissantes de Ze^2/hv, v étant la vitesse des particules incidentes. La convergence exige donc que

$$\frac{Ze^2}{hv} < 1 \quad \text{ou} \quad \frac{v}{c} > \frac{Ze^2}{hc} = \frac{Z}{860}$$

([1]) *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 600.

([2]) H. S. W. Massey, *Nature*, 129, 1932, p. 469 et 691; J.-L. Destouches, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1909, et *Théorie du neutron*, Paris, 1932; H. S. W. Massey, *Proc. Roy. Soc.*, A, 138, 1932, p. 460.

([3]) Il est possible de donner une certaine justification de la forme spéciale de (1), en assimilant avec Heisenberg (*Z. Physik*, 77, 1932, p. 1) l'interaction entre un neutron et un proton à l'interaction d'échange entre un proton et un noyau d'hydrogène qui a précisément la forme (1), ρ étant alors le rayon de l'orbite d'hydrogène. Les neutrons exerçant entre eux des interactions de forme différente et qui peuvent peut-être être négligées, on obtient la forme (1) pour la loi d'interaction. On suppose de plus que les différents protons du noyau diffusent le neutron incident de façon cohérente.

([4]) G. Wentzel, *Z. Physik*, 40, 1926, p. 590.

(soit pour $v/c = 1/10$, la condition $Z < 86$), mais ceci n'est pas suffisant : il faut encore montrer dans quelles conditions on peut réellement se contenter du premier terme.

On peut pour cela utiliser les calculs de Möller [1] (exécutés dans un tout autre but). Le calcul de la deuxième approximation de la méthode de Born dans le cas général (v et ρ prenant des valeurs quelconques) semble inextricable. Nous nous sommes borné au cas important où v et ρ sont liés par la relation

$$(2) \qquad \frac{h}{2\pi m v \rho} = 2,$$

soit pour [2] $\rho = 10^{-13}$ cm., $v = 3,1.10^9$ cm/sec^{-1}. Nous ne considérerons d'autre part que les sections efficaces pour les chocs correspondant à des angles compris entre $\pi/2$ et π. Ceci posé, la section efficace σ_2 correspondant à la seconde approximation est certainement supérieure à

$$(3) \qquad \frac{\pi^7}{6}\frac{Z^4 e^8}{m^2 v^6 h^2}$$

alors que la section efficace correspondant à la première approximation, a pour valeur

$$(4) \qquad \sigma_1 = \frac{\pi}{6}\frac{Z^2 e^4}{m^2 v^4},$$

le rapport de ces deux grandeurs s'écrit

$$(5) \qquad \frac{\sigma_2}{\sigma_1} > \pi^6\left(\frac{Ze^2}{hv}\right)^2 = \left(\frac{Z}{2,9}\right)^2 \text{ pour } v = 3,1.10^9.$$

La grandeur (3) représente seulement une limite inférieure de σ_2, d'autre part les calculs de Möller que nous avons utilisés négligent certains effets d'interférence qui peuvent diminuer sensiblement l'importance de la seconde approximation [3]. On peut par suite admettre que (5) représente une valeur du rapport σ_2/σ_1 assez voisine de la réalité. Par suite, même pour des vitesses aussi grandes que 3.10^9 cm/sec^{-1}, il est impossible d'appliquer

---

(1) *Z. Physik*, 66, 1930, p. 513; cf. également F. DISTEL, *Z. Physik*, 74, 1932, p. 765.

(2) Cette vitesse correspond à celle des neutrons les plus rapides. La valeur de ρ est la valeur calculée par Destouches (*loc. cit.*) à partir des expériences sur les éléments lourds.

(3) Cf. F. DISTEL, *loc. cit.*

la méthode de Born au delà de l'hydrogène ou de l'hélium [pour ces éléments légers, la convergence est meilleure par suite de leur faible masse : m étant dans (2) la masse réduite, la vitesse v devient pour l'hydrogène $1,5.10^9$ cm/sec^{-1}]. La comparaison des résultats expérimentaux avec les formules tirées de la première approximation pour des éléments tels que le plomb ou le mercure ne peut apporter d'arguments ni pour ni contre l'hypothèse (1).

Pour des vitesses inférieures, il va sans dire que l'approximation est encore plus médiocre. En résumé, il semble qu'il ne soit possible que pour l'hydrogène d'appliquer la première approximation de Born dans un intervalle suffisamment grand de vitesses afin de contrôler la validité de l'hypothèse (1).

ÉLECTROTECHNIQUE. — *Sur les courants de haute fréquence produits par les magnétos à haute tension.* Note de M. **Jean Jaffray**, présentée par M. Paul Janet.

Une Note précédente [1] a déjà indiqué quelques raisons, d'ordre qualitatif, qui semblaient prouver l'existence de termes de haute fréquence, dans le courant secondaire des magnétos à haute tension. La présente Note a pour but de préciser ce phénomène.

1° La méthode employée consiste à coupler lâchement au circuit de décharge d'une magnéto un circuit oscillant comprenant une bobine de self fixe, un condensateur variable à air, et un thermocouple à vide sensible, et à construire la courbe de résonance. Le circuit de décharge de la magnéto, dont le développement extérieur est de l'ordre du mètre, a une forme absolument invariable dans toutes les expériences et comporte, en série, un éclateur à pointes de nickel et un thermocouple à vide.

2° Relions métalliquement les deux pointes de l'éclateur : le secondaire de la magnéto est un court circuit et l'expérience montre, cependant, l'existence de courants de haute fréquence. L'éclateur n'est donc pas nécessaire à leur production, comme on aurait pu le croire, par analogie avec les faits observés pour la bobine d'induction : dans certains cas, en effet, le système pointe-plateau de la bobine joue le rôle d'excitateur de Hertz, et crée de la haute fréquence [2].

---

[1] *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1902.

[2] Bouasse, *Oscillations électriques*, p. 242.

Pour une magnéto d'avion, Bosch, d'un type courant, on a trouvé une fréquence apparente : $N = 1,22.10^7$, qui correspondrait à une longueur d'onde dans l'air : $\lambda = 24^m,5$.

Cette fréquence est indépendante de la vitesse de rotation de la magnéto, à la précision actuelle des expériences (1/100).

3° Quand la décharge éclate dans l'air, à la pression atmosphérique, on trouve des fréquences légèrement plus faibles. Ainsi pour la magnéto Bosch, précédemment envisagée, on a

$$N = 1,14.10^7, \qquad \lambda = 26^m,3.$$

Cette différence semble devoir être attribuée à la capacité de l'éclateur qui est de l'ordre du cent-millième de microfarad.

Ces fréquences sont indépendantes de la vitesse de rotation de la magnéto et aussi de la longueur de l'étincelle à l'éclateur, qui peut varier de 0 à 5^{mm}.

4° Remplaçons l'éclateur par une bougie d'allumage d'un modèle courant : on observe des fréquences très voisines. Ce qui est facile à expliquer : la bougie utilisée a une capacité très voisine de celle de l'éclateur, bien que légèrement supérieure.

Pour la magnéto Bosch, on a trouvé

$$N = 1,09.10^7, \qquad \lambda = 27^m,5,$$

et pour une magnéto S. E. V. donnant, avec l'éclateur, la fréquence $1,03.10^7$,

$$N = 0,99.10^7, \qquad \lambda = 30^m,4.$$

Remarquons toutefois, qu'avec une bougie, les phénomènes sont beaucoup moins réguliers qu'avec l'éclateur.

5° La fréquence est très sensible aux modifications du circuit de décharge : quelques spires de fil supplémentaires suffisent pour faire décroître très sensiblement la fréquence. Voici deux exemples :

Pour la magnéto Bosch, un petit solénoïde, fabriqué au tour avec du fil suffisamment gros pour ne pas nécessiter de noyau et dont la self, calculée en courant continu, vaut $3,2.10^{-6}$ henry, fait passer la longueur d'onde de $26^m,3$ à $35^m,1$, lorsqu'on l'introduit en série dans le circuit de décharge.

Un solénoïde, dont la self vaut 10^{-5} henry, fait de même passer la longueur d'onde de $26^m,3$ à 49^m.

Toutes ces longueurs d'onde sont très petites, par rapport à la longueur du fil qui constitue l'enroulement secondaire d'une magnéto.

MAGNÉTISME. — *Sur le paramagnétisme constant du rhénium métallique.* Note de MM. **Nicolas Perakis** et **Léandre Capatos**, transmise par M. Pierre Weiss.

Dans le tableau de Mendéleef le rhénium est placé entre le tungstène et l'osmium; son nombre atomique est 75, son poids atomique, récemment déterminé ([1]), 186,31 et sa densité 20,9 ([2]).

Le tungstène et l'osmium ont un paramagnétisme indépendant de la température ([3]) : Honda trouve pour les coefficients d'aimantation de ces deux éléments respectivement $\chi = 0,33.10^{-6}$ et $\chi = 0,04.10^{-6}$; ces valeurs restent invariables dans un large intervalle de température (180°-1100°).

MM. W. Albrecht et E. Wedekind ([4]) ont récemment mesuré, à la température de 18°, la susceptibilité spécifique du rhénium métallique et l'ont trouvée égale à $0,046.10^{-6}$ ($\pm 0,02$). *A cette température, le rhénium aurait donc un paramagnétisme à peu près égal à celui de l'osmium.*

Nous ne croyons pas qu'en dehors de ces mesures il en existe d'autres. Nous nous sommes proposé d'étudier l'aimantation du rhénium en fonction de la température.

Nous avons rempli avec du rhénium métallique pur ($0^g,9546$) une ampoule en quartz fermée par un bouchon rodé à l'émeri. La méthode utilisée est celle d'attraction dans un champ non uniforme. Nous avons pris l'eau comme substance étalon.

Trois séries de mesures faites à la température de 20° nous ont donné pour le coefficient d'aimantation du rhénium la valeur $0,369.10^{-6}$ ($\pm 0,006$); cette valeur, nous l'avons retrouvée, aux erreurs d'expérience près, à la température de — 23° (chlorure de méthyle) et à celle de — 79° (neige carbonique-acétone).

Par suite, dans un intervalle de température de 99° (de + 20 à — 79°), *le rhénium possède un paramagnétisme indépendant de la température*, leque

([1]) Hönigschmid Sachtleben, *Z. Anal. Chem.*, 191, 1930, p. 309.

([2]) C. Agte, H. Altertum, *Naturwis.*, 19, 1931, p. 108-109. Ce nombre est tiré de mesures faites sur du rhénium fondu. La densité calculée à partir des spectres de rayons X est 21,4.

([3]) Landolt-Börnstein, *Physik.-Chem. Tabellen*, Berlin, 2, 1923, p. 1202 et 1204.

([4]) W. Albrecht et E. Wedekind, *Naturwis.*, 19, 1931, p. 20-21.

rapporté à l'atome-gramme est :

$$\chi_{Re} = 186,31 \times 0,369.10^{-6} = 68,7.10^{-6}.$$

Cette valeur est supérieure au coefficient d'aimantation atomique du tungstène ($\chi_W = 60,7.10^{-6}$) et aussi à celui de l'osmium ($\chi_{Os} = 7,6.10^{-6}$); toutefois, elle se rapproche beaucoup de celle du premier de ces éléments.

Nous ferons remarquer que les résultats de nos mesures, faites à trois différentes températures, sont en complet désaccord avec ceux de MM. Albrecht et Wedekind, tirés de mesures faites à une seule température (18°). Le coefficient d'aimantation que nous trouvons est environ huit fois plus fort que celui des auteurs plus haut cités.

Nous en sommes d'autant plus étonnés qu'il ne semble pas que la pureté du produit puisse être mise en doute. En effet, d'après MM. J. et W. Noddack ([1]), le rhénium s'obtient facilement à l'état chimiquement pur. Ces auteurs estiment que les impuretés totales n'atteignent pas 0,02 pour 100 et que la moitié seulement de cette quantité peut être attribuée aux éléments compris entre le titane et l'uranium. Comme nous avons montré que le rhénium a un paramagnétisme très exactement constant, il en résulte que les impuretés qu'il peut contenir doivent avoir aussi un paramagnétisme indépendant de la température. Même, dans le cas où l'impureté totale eût été du manganèse, dont le paramagnétisme constant est très fort ($9.9.10^{-6} = \chi$ ([2])), le coefficient d'aimantation trouvé pour le rhénium n'en eût été nullement affecté.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'équilibre entre les acides lactique et pyruvique.* Note de M. **René Wurmser** et Mme **Nélicia Mayer-Reich**, présentée par M. Georges Urbain.

Dans une Note précédente ([3]), nous avons montré que le potentiel normal du système

$$CH^3.CHOH.COO^- \rightleftharpoons CH^3.CO.COO^- + H^2$$

était à 37°C. et à pH = 7,4 voisin de — 0,200 volt. Nous avons entrepris de déterminer d'une manière précise le potentiel correspondant à cet équi-

([1]) J. Noddack et W. Noddack, *Zeit. Anorg. Allg. Chem.*, 181, 1929, p. 1-37.
([2]) J. Safranek, *Revue de Métallurgie*, février 1924.
([3]) R. Wurmser et N. Mayer, *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 81.

libre. Ainsi que précédemment, on utilisait comme catalyseur la déshydrase de l'acide lactique de Stephenson et, comme corps électroactif, le violet de crésyle. Le potentiel d'un système constitué par un mélange de lactate et de pyruvate tel que le rapport des concentrations en ces substances est $(\mathcal{L}) : (\mathcal{P})$ a pour expression, en admettant que les deux hydrogènes de l'acide lactique sont échangés au même niveau d'énergie :

$$E_H = E_0 - \frac{RT}{2\mathcal{F}} \frac{1}{0,4343} \log \frac{(\mathcal{L})}{(\mathcal{P})} - \frac{RT}{\mathcal{F}} \frac{1}{0,4343} \text{pH} + \frac{RT}{2\mathcal{F}} \frac{1}{0,4343} \log \frac{f_{L^-} K_L + f_L [H^+]}{f_{P^-} K_P + f_P [H^+]} \frac{K_P}{K_L},$$

où E_H est le potentiel du mélange en équilibre mesuré par rapport à l'électrode normale d'hydrogène, E_0 le potentiel normal du système, f_L, f_{L^-}, f_P, f_{P^-} les inverses des coefficients d'activité de l'acide lactique non dissocié, de l'ion lactate, de l'acide pyruvique non dissocié, de l'ion pyruvate. K_P et K_L sont les constantes de dissociation des acides; $[H^+]$ est l'activité des ions hydrogène.

Étant donnée la grandeur des constantes de dissociation $K_L = 1,5.10^{-4}$ et $K_P = 3,2.10^{-3}$, le dernier terme de l'équation peut être négligé quand les mélanges en équilibre ont une activité en ions H^+ correspondant à un pH voisin de 7, si l'on admet que le rapport $f_{P^-} : f_{L^-}$ des coefficients d'activité des ions lactate et pyruvate est peu différent de l'unité.

Pour éviter les corrections de température et éliminer les potentiels de diffusion dans le calcul de E_0, la mesure du pH du mélange était effectuée, quand l'équilibre était atteint, dans les tubes de Thunberg à pont de gélose qui servaient à déterminer le potentiel E_H.

Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus :

Rapport $(\mathcal{L}) : (\mathcal{P})$.	E_H volt.	pH.	E_0 volt.
1 : 1	−0,195	7,39	+0,258
1 : 1	−0,187	7,25	+0,258
1 : 1	−0,197	7,34	+0,253
1 : 1	−0,189	7,24	+0,255
1 : 5	−0,177	7,30	+0,250
1 : 5	−0,179	7,27	+0,246
1 : 5	−0,183	7,30	+0,245
1 : 5	−0,177	7,31	+0,251
1 : 5	−0,179	7,30	+0,248
1 : 7	−0,162	7,30	+0,254
1 : 7	−0,165	7,32	+0,258
			+0,252 ± 0,002 volt

Le potentiel normal à pH 7,3 est donc de $-0,196$ volt et à pH 0 de $+0,252$ volt. En admettant cette valeur moyenne de E_0, on obtient pour la variation d'énergie libre de la réaction, quand tous les constituants ont pour activité l'unité, et quand la température est 37°C., la valeur

$$\Delta F = 2 \mathcal{F} E_0 = + 11600 \pm 100 \text{ calories},$$

qui diffère de 42 pour 100 de la chaleur de réaction à pression constante ($\Delta H = +20000$ calories).

Presque en même temps que paraissaient nos premières publications, J. P. Baumberger, J. J. Jürgensen et K. Bardwell [1] ont indiqué que le potentiel normal du système oxydoréducteur constitué par les acides lactique et pyruvique était à 32° C. de $+0,316$ volt. Cette valeur trop élevée s'explique sans doute par l'emploi qu'ont fait ces auteurs, comme corps électroactif, d'un indicateur dont le potentiel normal s'écarte trop de celui du système étudié.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *La nature chimique du neutron.*

Note de M. **Pierre Achalme**, présentée par M. Charles Richet.

Si l'on ne veut pas la ramener à la simple création d'un mot nouveau, la notion de neutron doit sortir de la phase spéculative et abstraite où elle est encore confinée. Il serait donc peut-être temps de chercher à définir ce nouveau corps auquel fait encore défaut un état civil chimique.

En les réalisant dans le domaine concret, le neutron, d'après les idées en cours, serait une sorte d'état allotropique de *l'atome* d'hydrogène dont la neutralité permanente résulterait du fait que le proton du noyau et l'électron qui l'accompagne serait, pour une cause inconnue, pratiquement inséparables. Il est vrai que, si l'on connaît expérimentalement sa neutralité électrique et sa force de pénétration en tant que projectile, on ne possède sur sa masse atomique qu'une intuition de Chadwick, adoptée jusqu'ici sans aucune mesure directe.

Il n'est pas besoin d'insister sur les difficultés théoriques que soulève cette solution artificielle du problème. Il s'agirait, en effet, d'ajouter une supposition nouvelle aux postulats discutables et aux hypothèses adventices sur lesquels est édifié le modèle atomique de Rutherford-Bohr.

---

[1] *XIVe Congresso Intern. Fisiolog.*, 1932, p. 27.

Tout devient, au contraire, très simple si l'on admet, ainsi que je l'ai formulé dès 1912, que la valeur absolue de la charge de l'électron négatif est double de celle de la charge positive de l'unité de matière, du proton, si l'on veut. Ce postulat n'est, en effet, en contradiction avec aucun fait expérimental et donne de chacun une explication simple et satisfaisante.

Le neutron serait alors formé de l'union intime *sous la forme atomique* de deux protons et d'un électron et aurait comme poids atomique 2. Cette manière de comprendre le nouveau corps est corroborée par les recherches sur les états allotropiques *de la molécule* d'hydrogène (ortho et parahydrogène). On sait depuis longtemps (Eucken) qu'à la température 50° absolue, l'hydrogène se comporte au point de vue de la loi de Dulong et Petit *comme un gaz monoatomique*. Le développement de ce fait a abouti à la constatation des deux états allotropiques de l'hydrogène. Le gaz parahydrogène, présentant les caractéristiques d'un gaz monoatomique, et le neutron ne seraient qu'une seule espèce chimique, ne différant de la molécule ortho que par la distance des centres des deux sphères qui les composent.

Ce n'est pas tout. Récemment, Urey, Brickweld et Murphy (1) ont signalé, à l'aide du spectroscope de masse, la présence dans l'hydrogène d'un isotope de masse 2.

Enfin, s'appuyant sur des considérations théoriques, Fournier (2) a admis dans la composition des atomes, l'existence d'un demi-hélium, c'est-à-dire d'un composant de poids atomique 2 auquel il n'a pas assigné de caractères plus concrets.

Il semble donc que, sous des noms et en raison de déductions absolument différentes, mais convergentes, les physiciens d'une part, les chimistes de l'autre, seraient d'accord pour admettre l'existence réelle d'un corps simple de poids atomique 2 qui pouvait être facilement prévu comme un atome neutre par notre théorie de la formation des atomes et des molécules.

Il en est de même du gaz X^3 découvert par J. J. Thomson et correspondant probablement au corps β de Lecoq de Boisbaudran, au nébulium et au protofluore de Norman Lockyer, corps gênant que l'on a cru devoir ensevelir dans le silence en le présentant comme une polymérisation de l'hydrogène, hypothèse inacceptable pour les chimistes.

La fragilité des corps à poids atomique 2 et 3 s'explique par leur structure même. L'agrégat de deux sphères ne se faisant que suivant une dimen-

---

(1) Urey, Brickweld et Murphy, *Phys. Rev.*, 39, 1932, p. 164-165.

(2) G. Fournier, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1343.

sion, et celui de trois suivant les deux dimensions d'un plan. L'atome d'hélium de poids atomique 4 apparaît comme le premier agrégat résistant, les quatre sphères pouvant se grouper à la distance atomique sous forme d'une pyramide triangulaire régulière, c'est-à-dire d'un solide difficilement déformable.

La série atomique commencerait ainsi de la manière suivante :

1. Proton, possédant une charge positive.
2. Neutron, deux protons, un électron électriquement neutre.
3. Corps X^3, trois protons, un électron, possédant une charge positive.
4. Particules α, 4 protons, un électron, double charge positive, se transforme en molécule neutre d'hélium par fixation d'un électron extra-atomique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'oxydation de l'hydrosulfite de sodium par l'oxygène libre.* Note de M. **Maurice Nicloux**, présentée par M. Georges Urbain.

L'étude de l'acide hydrosulfureux, découvert par P. Schutzenberger en 1869, a suscité un très grand nombre de travaux qui ont porté principalement, les uns, sur ses propriétés réductrices et son oxydation, les autres, sur sa formule, son dosage, sa constitution.

L'hydrosulfite de sodium, en tant que réducteur, fait passer certains sels du maximum au minimum ou même libère le métal, avec formation de sulfite; son attaque par les agents oxydants énergiques conduit au sulfate. Ces réactions sont en général régulières, souvent quantitatives, et comme telles utilisées en analyse.

L'hydrosulfite de sodium jouit encore, vis-à-vis de l'oxygène, d'une autre propriété : celle d'absorber ce gaz, *libre*, propriété d'un intérêt capital aussi bien en chimie pure qu'appliquée. Or nos connaissances sur la réaction ainsi mise en jeu sont des plus limitées, voire contradictoires : tout d'abord Schutzenberger et Risler [1] notent le fait parfaitement exact qu'une même quantité d'hydrosulfite absorbe deux fois plus d'oxygène en dissolution dans l'eau qu'elle n'en soustrait à un sel cuivrique en le transformant en sel cuivreux, mais ils émettent l'hypothèse d'une formation de dithionate, hypothèse qu'ils abandonnent d'ailleurs presque aussitôt; Jellinek ensuite, dans l'importante monographie en deux volumes qu'il a publiée

---

[1] *Bull. Soc. chim.*, 2e série, 19, 1873, p. 152.

sur l'hydrosulfite, ne consacre à cette question de l'oxydation de l'hydrosulfite de sodium par l'oxygène libre que quelques lignes peu explicites (1), et enfin, dans une publication parue récemment (2), on ne mentionne aucun travail où elle ait été spécialement traitée. Or au cours de recherches biologiques que je poursuis sur le pigment sanguin, j'ai eu justement besoin de données analytiques précises sur ce point particulier de la chimie des hydrosulfites; ne les ayant pas trouvées, j'ai dû les déterminer. J'ai opéré comme suit (3).

Dans 500 à 600$^{cm^3}$ d'eau distillée saturée d'air ou d'oxygène, ce dernier ayant été évalué très exactement par ma méthode (4), on ajoute quelques gouttes de sang puis de l'hydrosulfite de sodium (5) en quantité telle que ce sel après avoir enlevé à l'eau tout l'oxygène en dissolution, réduise l'oxyhémoglobine (spectre à deux bandes) qui passe à l'état d'hémoglobine (spectre à une bande). Ceci fait, on répète l'expérience avec la même eau, le même poids d'hydrosulfite mais sans ajouter le sang (6) et l'on dose, leur identification ayant été antérieurement faite : le sulfite formé, en recevant une partie du liquide déplacé par CO^2 dans un excès d'iode titré; le sulfate, par précipitation et pesée du sulfate de baryum. On reconnaît alors que pour 1^{mol} de $S^2O^4Na^2$ il se forme 1^{mol} de sulfite et 1^{mol} de sulfate en même temps que disparaît 1^{mol} d'oxygène [voir ci-dessous réaction (II)].

Ainsi donc, tenant compte des faits anciens ainsi que de ceux établis dans cette Note, on peut concevoir pour l'hydrosulfite trois modes d'oxydation différents :

(I) $S^2O^4Na^2 + 0,5\,O^2 + H^2O = 2\,SO^3NaH$,

(II) $S^2O^4Na^2 + O^2 + H^2O = SO^3NaH + SO^4NaH$,

(III) $S^2O^4Na^2 + 1,5\,O^2 + H^2O = 2\,SO^4NaH$.

La première réaction traduit les propriétés réductrices de l'hydrosulfite de sodium, ce sel enlevant l'oxygène à un corps qui en contient; la seconde,

(1) K. JELLINEK, *Das Hydrosulfit*, Teil I. 188 pages, 15 figures (Enke, Stuttgarte 1911). On y trouve cependant indiqué le travail de J. Meyer (*Z. f. anorg. Chemie*, 34, 1903, p. 43) dans lequel cet auteur mentionne que l'oxydation de l'hydrosulfit, par l'oxygène libre s'effectue suivant deux réactions qui conduisent : la première, la plus importante, au sulfite et au sulfate, la seconde au sulfite seul.

(2) P. PASCAL, *Traité de Chimie minérale*, 2, (Masson et Cie, Paris, 1932).

(3) Un Mémoire d'ensemble paraîtra dans un autre Recueil, on y trouvera les détails de l'expérimentation dont ce qui va suivre n'est qu'un schéma.

(4) *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 259; *Bull. Soc. Chim. biol.*, 12, 1930, p. 1326.

(5) Produit commercial à 95 pour 100 environ.

(6) Les protéines gêneraient les opérations analytiques ultérieures.

l'oxydation de l'hydrosulfite par l'oxygène libre, une molécule d'hydrosulfite fixe alors deux fois plus d'oxygène; la troisième enfin, l'action des agents oxydants énergiques.

Disons pour terminer que les réactions (I) et (II) paraissent cadrer [1] avec la formule de constitution généralement adoptée de l'hydrosulfite de sodium

$$OS\langle\begin{matrix}Na \\ (SO^3Na)\end{matrix}.$$

On peut supposer, en effet, qu'une hydrolyse contemporaine à l'oxydation libère tout d'abord le radical bisulfitique — de telle sorte que l'on observera toujours la formation d'une molécule de bisulfite SO^3NaH, composé relativement stable — en même temps que prendra naissance le sulfoxylate SO^2NaH qui, lui, agira comme réducteur en donnant une nouvelle molécule de sulfite, ou subira l'action de l'oxygène gazeux en donnant une molécule de sulfate.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la présence d'éthers-esters du glycérol dans diverses huiles de foie d'Élasmobranches et sur quelques caractères analytiques particuliers à ces huiles.* Note de MM. **Émile André** et **Armand Bloch**, présentée par M. Marcel Delépine.

Dans une précédente Note [2], nous avons signalé qu'il existe dans l'huile de foie de Liche, *Scymnorhinus Lichia* Bonnaterre, des combinaisons particulières du glycérol qui sont à la fois des diglycérides et des éthers-oxydes d'alcools de haut poids moléculaire. La saponification de ces composés fournit d'une part des savons et d'autre part des glycols-éthers-oxydes, les glycols chimylique, batylique et sélachylique.

Nous avons examiné, en vue d'y déceler la présence de ces éthers-esters, les huiles retirées du foie de divers squales : Centrine humantin, *Centrina Salviani* Risso, Requin griset, *Hexanchus griseus* Rafinesque, Requin du Groenland, *Somniosus microcephalus* Bloch et Schneider.

Ces trois huiles dont nous pouvons garantir l'authenticité possédaient un indice d'acétyle très faible; par contre, nous en avons retiré une proportion

---

(1) La réaction (III) ne peut être retenue : elle conduit en effet à l'acide sulfurique, terme final de l'oxydation complète.

(2) *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 627.

importante de matières insaponifiables d'indice d'acétyle élevé. Le très haut indice d'acétyle de ces insaponifiables suffit à lui seul à démontrer la présence d'une proportion élevée de glycols spéciaux dérivant du glycérol. La valeur théorique de l'indice d'acétyle est en effet pour le glycol chimylique 380, pour le glycol batylique 349, pour le glycol sélachylique 351. Par déduction, on est conduit à admettre l'existence des éthers-esters du glycérol dans les huiles dont on peut retirer des matières insaponifiables de haut indice d'acétyle.

	Matières insaponifiables. pour 100.	Indice d'acétyle de l'huile.	Indice d'acétyle, matières insaponifiables.
Huile de foie de : *Centrina Salviani*........	29,2	1,2	336
» *Hexanchus griseus*........	17,8	2,3	326
» *Somniosus microcephalus*.	18,8	1,6	283

Ce caractère analytique est en défaut lorsque les huiles étudiées contiennent une forte proportion de carbures d'hydrogène (squalène ou autres). En pareil cas, les glycols spéciaux, s'ils existent, sont noyés dans une grande masse de carbures; tel est le cas des huiles de foie de *Scymnorhinus Lichia* et de *Centrophorus granulosus* pour ne citer que ces deux exemples.

Nous avons reconnu qu'un autre caractère analytique des huiles à éthers-esters, plus général et plus constant, peut être tiré de l'examen comparé des propriétés optiques des huiles et des matières insaponifiables qu'on en retire. Les huiles de foie de squale que nous avons examinées possèdent le pouvoir rotatoire gauche, leur saponification fournit des acides gras et du glycérol inactifs, et les substances lévogyres s'accumulent dans l'insaponifiable dont le pouvoir rotatoire devrait, si la saponification ne modifiait pas ce caractère, être considérablement plus élevé que celui de l'huile primitive. Pour en comparer utilement la valeur avec celle que fournit l'examen polarimétrique de l'huile, il est indispensable de ramener par le calcul les substances optiquement actives de l'insaponifiable à la dilution où elles se trouvaient avant la saponification. On obtient ainsi une valeur que nous désignons sous le nom de pouvoir rotatoire de l'huile saponifiée et qui nous a permis de mettre en évidence, pour les cinq huiles qui figurent dans le tableau ci-après, une diminution considérable d'activité optique à la saponification.

Huile de foie de :	Pouvoir rotatoire de l'huile ([1]) $(\alpha)_D^{20°}$.	Proportion des matières insaponifiables pour 100.	Pouvoir rotatoire ([1]) des insaponifiables $(\alpha)_D^{20°}$.	Pouvoir rotatoire de l'huile saponifiée $(\alpha)_D^{20°}$.	Diminution d'activité optique à la saponification pour 100.
Centrina Salviani..........	−4°7′	29,2	−4°8′	−1°12′	71
Hexantus griseus..........	−2.10	17,8	−3.24	−0.36	72
Scymnorhinus Lichia.......	−1.29	64,0	−0.33	−0.21	76
Centrophorus granulosus....	−0.32	88,1	−0.10	−0.9	72
Somniosus microcephalus...	−3.14	18,8	−10.29	−1.58	39

Des trois glycols chimylique, batylique et sélachylique, le dernier seul est doué du pouvoir rotatoire. Nos recherches nous conduisent à admettre que ce glycol pris sous la forme des diesters qu'il fournit avec les acides gras, est environ quatre fois plus lévogyre qu'il ne l'est à l'état libre, et que c'est à cette particularité qu'est due la diminution considérable d'activité optique provoquée par la saponification ([2]).

Par ailleurs, l'étude d'une huile de foie de pèlerin jeune, riche en esters gras des cholestérols, nous a montré qu'au contraire, ces derniers alcools conservent, à une faible différence près, la même activité optique à l'état libre qu'à l'état d'esters gras.

La diminution moins accentuée du pouvoir rotatoire de l'huile de *Somniosus microcephalus* saponifiée, nous conduisait à penser qu'à côté des glycols spéciaux, il doit exister dans ses matières insaponifiables une proportion appréciable de cholestérols, l'examen plus approfondi que nous en avons fait a confirmé cette conclusion.

En résumé : 1° les huiles à éthers-esters du glycérol que l'on retire des foies de certains élasmobranches fournissent parfois des matières insaponifiables de haut indice d'acétyle, mais ce caractère est en défaut s'il y existe en même temps une quantité élevée de carbures d'hydrogène; 2° les huiles à éthers-esters que nous avons étudiées sont lévogyres, et leur saponification entraîne une diminution très accentuée de l'activité optique dont on ne retrouve plus qu'une faible partie dans les insaponifiables. Ce caractère est plus général que le précédent.

([1]) Solution chloroformique à 1/3 (en vol.), tube de 10^c.

([2]) L'inactivité ou le très faible pouvoir rotatoire des glycols chimylique et batylique n'impliquent pas nécessairement que leurs esters gras en sont exempts.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux méthylaminocyclohexanols et leur dédoublement en leurs antipodes optiques.* Note de MM. **Marcel Godchot** et **Max Mousseron**, présentée par M. Delépine.

En vue d'étendre les recherches déjà publiées par nous [1] et concernant l'obtention d'aminocyclanols actifs, il nous a paru interessant d'obtenir des dérivés actifs substitués, soit dans le noyau, soit à l'azote, afin de comparer le pouvoir et la dispersion rotatoires des divers énantiomorphes. Dans cette Note, nous nous proposons de faire connaître les résultats relatifs aux deux aminocyclohexanols suivants :



Méthyl-4-amino-2-cyclohexanol-1. Méthylamino-2-cyclohexanol-1.

A. *Méthyl-4-amino-2-cyclohexanol-1.* — Déjà obtenu par Kötz et Merkel [2] par action de l'ammoniaque à 100° sur le méthyl-4-époxy-1-2-cyclohexane et décrit par eux sous forme huileuse, ce corps a pu être préparé par nous, par le même procédé, mais à l'état cristallisé ($Eb_{15} = 116°$-$117°$; $F = 27°$; chlorhydrate, $F = 130°$-$131°$; dérivé acétylé, $Eb_{15} = 198°$-$200°$; picrate, $F = 180°$, dec). Signalons en outre l'obtention dans cette réaction d'une certaine quantité d'amine secondaire, la bis (méthyl-4-hydroxy-1-cyclohexyl) amine $NH[-_{(2)}C^6H^3(OH)_1(CH^3)_4]^2$ ($Eb_{16} = 205°$-$206°$, chlorhydrate, $F = 266°$-$267°$, picrate, $F = 260°$, dec); dérivé mononitrosé, $F = 142°$-$143°$).

a. Le tartrate acide *d* du méthyl-4-amino-2-cyclohexanol-1 ($F = 130°$-$131°$; $\alpha_D = \pm 14°,81$), mis en dissolution dans l'alcool éthylique à 85°, se scinde par cristallisations fractionnées et répétées en tartrate acide *d* de l'aminoalcool droit peu soluble (aiguilles; $F = 124°$-$125°$, $\alpha_D = +25°,27$) et en tartrate acide *d* de l'aminoalcool gauche très soluble (prismes; $F = 154°$-$155°$; $\alpha_D = +5°,82$).

---

(1) *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 981 et 2061; *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 51, 1932, p. 1270 et 1277.

(2) *Journ. für prakt. Chemie*, 2e série, 113, 1926, p. 62.

b. Le tartrate acide *l* du même aminoalcool racémique ($F = 130°-131°$; $\alpha_D = -14°,93$) se sépare également, par cristallisations dans le même solvant, en ses énantiomorphes, le tartrate *l* de la base gauche peu soluble ($F = 124°-125°$; $\alpha_D = -25°$) et le tartrate *l* de la base droite très soluble ($F = 154°-155°$; $\alpha_D = +5°,82$).

Les bases actives *d* et *l*, obtenues par action de la potasse sur les tartrates séparés plus haut et extraction à l'éther, sont cristallisées ($Eb_{16} = 110°-111°$); $F = 24°$; $\alpha_D = \pm 16°,60$).

B. *Méthylamino-2-cyclohexanol-1*. — Non signalé jusqu'ici, nous l'avons obtenu par action, à 110°, de la méthylamine sur l'époxycyclohexane ($Eb_{17} = 108°-109°$; $F = 25°$; chlorhydrate. $F = 114°-115°$). Par cristallisations répétées du tartrate acide *d*($F = 120°-121°$; $\alpha_D = +13°,05$) dans un mélange d'alcool à 95° (4 parties) et d'acétone (1 partie), on isole le tartrate acide *d* de la base droite peu soluble ($F = 146°-147°$; $\alpha_D = +43°,58$) et le tartrate acide *d* de la base gauche très soluble ($F = 137-138°$; $\alpha_D = -18°,02$).

Les bases actives *d* et *l* provenant de ces deux tartrates sont cristallisées ($F = 23°$; $Eb_{17} = 106° - 107°$; $\alpha_D = \pm 82°,82$).

C. La comparaison des pouvoirs rotatoires des nouvelles bases actives obtenues par nous indique que la substitution méthylée à l'azote augmente beaucoup le pouvoir rotatoire, tandis que celle réalisée dans le noyau le diminue notablement. Rappelons en effet que les amino-2-cyclohexanols *d* et *l* ont comme pouvoir rotatoire $\alpha_D = \pm 40°,10$.

Quant au rapport de dispersion rotatoire, on obtient pour le méthylamino-2-cyclohexanol *l* droit $\alpha\,436/\alpha\,546 = 163°,46/99° = 1,65$ et pour le méthyl-4-amino-2-cyclohexanol *l* droit $\alpha\,436/\alpha\,546 = 31°,27/19°,21 = 1,627$; cette constante approchée du rapport, déjà indiquée par nous, pour les amino-2-cyclopentanols et les amino-2-cyclohexanols actifs, mérite d'être signalée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Déshydratation potassique des alcools β-phényléthyliques halogénés dans le noyau. Halogénostyrolènes.* Note de MM. L. **Palfray**, S. **Sabetay** et Mlle **Denise Sontag**, présentée par M. M. Delépine.

Nous avons montré, dans différentes Notes précédentes, que la déshydratation potassique du groupement éthylol, contigu au noyau benzénique,

constitue en quelque sorte une méthode générale de préparation des carbures non saturés du type styrolène. Elle s'applique aux noyaux simples soit condensés, aux glycols aromatiques contenant plusieurs éthylols primaires, aux amino-phényléthanols, etc. Nous montrerons dans la présente Note que les β-phényléthanols *halogénés dans le noyau* se déshydratent par la potasse avec la même facilité, sans que l'halogène du noyau soit arraché.

L'halogénation, dans le noyau, de l'alcool phényléthylique primaire, s'effectue aisément au moyen de brome liquide ou de chlore gazeux, en partant soit de l'halogénure de β-phényléthyle, soit de l'alcool libre. On obtient des mélanges d'isomères de position, constitués principalement par les dérivés ortho et para, comme le montre l'oxydation permanganique.

Bromuration du bromure de β-phényléthyle. — On ajoute à froid, par petites portions, du brome liquide ($2^{mol},5$) à une molécule de bromure de phényléthyle, en présence de limaille de fer comme catalyseur. Le dégagement de BrH est immédiat et abondant. Le produit de la réaction, lavé et fractionné, est constitué par le *bromo-bromure de phényléthyle*

$$BrC^6H^4-CH^2-CH^2Br,$$

liquide possédant les constantes

$$Eb_{15}=143\text{-}144^\circ; \quad D_4^{19}=1,7541; \quad n_D^{19}=1,5950;$$
R. M. trouvée 51,14; calculée 51,07.

Dosage du brome total (Baubigny-Chavanne modifié) : trouvé 60,32 p. 100; calculé 60,60 pour 100.

Chauffé en milieu acétique, avec de l'acétate de potassium, le bromo-bromure se transforme en *acétate de bromo β-phényléthyle*

$$BrC^6H^4-CH^2-CH^2-O-CO-CH^3,$$
$$Eb_{15}=148\text{-}149^\circ; \quad d_4^{18}=1,3958; \quad n_D^{18}=1,5380;$$
R. M. trouvée 54,48; calculée 54,20,

qui, par saponification alcaline aboutit au *bromo-β-phényléthanol*

$$BrC^6H^4-CH^2-CH^2OH,$$

liquide assez épais, possédant les constantes

$$Eb_{15}=144,5\text{-}145^\circ,5; \quad d_4^{16,5}=1,4845; \quad n_D^{16,5}=1,5760;$$
R. M. trouvée 44,86; calculée 44,81.

Dosage du brome : trouvé 39,90; calculé 39,80. L'oxydation permanganique, en milieu alcalin, aboutissant à un mélange d'acides ortho et para-

bromo-benzoïques, on doit en conclure que les dérivés halogénés décrits ci-dessus sont des mélanges d'isomères ortho et para.

Bromuration directe du β-phényléthanol. — En laissant en contact, à froid, le brome avec l'alcool phényléthylique, en présence de limaille de fer, on n'observe aucun dégagement de BrH. Au bout de 17 jours, on isole un peu de têtes (bromure de β-phényléthyle) et 88 à 90 pour 100 d'un mélange, inséparable par distillation, consistant en bromure de bromo-phényléthyle et bromophényléthanol. Le dosage du brome de la chaîne et du noyau indique une proportion de 69 pour 100 d'alcool bromé et de 31 pour 100 de bromo-bromure.

Chloruration directe du β-phényléthanol. — On fait barboter un courant de chlore pur et sec à travers le β-phényléthanol froid, contenant une trace d'iode comme catalyseur. Par distillation fractionnée, on isole le *chloro-β-phényléthanol*, $ClC^6H^4-CH^2-CH^2OH$, liquide assez épais possédant les constantes

$Eb_{14} = 130\text{-}131°$; $d_4^{17} = 1,1807$; $n_D^{17} = 1,5489$; R. M. trouvée 42,12; calculée 41,9.

Dosage du chlore (Baubigny-Chavanne) : trouvé 22,75 pour 100; calculé 22,68 pour 100. L'oxydation permanganique aboutissant à un mélange d'acides ortho et parachlorobenzoïques, on doit considérer cet alcool chloré comme un mélange d'isomères ortho et para.

La déshydratation potassique de l'alcool bromophényléthylique s'effectue en versant goutte à goutte l'alcool bromé (1^{mol}) sur la potasse caustique ($1^{mol},5$) fondue et en recueillant le distillat. Par rectification, on isole le *bromostyrolène* (mélange d'isomères ortho- et para-) $BrC^6H^4-CH=CH^2$, possédant les constantes

$Eb_{15} = 88\text{-}90°$, $d_4^{18} = 1,4020$, $n_D^{18} = 1,5940$; R.M. trouvée 44,30; calculée 42,78;

d'où

$E\Sigma_D = +0,83$; Br pour 100: trouvé 43,65; calculé 4371.

Par action du brome en solution chloroformique, on obtient deux dibromures, l'un solide (F. 59°,5), l'autre liquide. D'autre part, la polymérisation du bromostyrolène conduit à des résines blondes.

Pratiquement, il est inutile de préparer l'alcool bromé pur. On peut partir directement du mélange tel quel d'alcool bromé et de bromo-bromure, obtenu par action directe du brome sur le phényléthanol. On obtient ainsi rapidement, et avec des rendements excellents, le styrolène bromé.

Par déshydratation potassique du *chlorophényléthanol*, on obtient le

chlorostyrolène (mélange d'ortho- et de para-), $ClC^6H^4-CH=CH^2$, possédant les constantes :

$$Éb_{15}=71°,5\text{-}72°,5;\quad d_4^{17}=1,0909;\quad n_D^{17}=1,5658;$$
$$\text{R. M. trouvée } 41,2;\quad \text{calculée } 39,94.$$
$$E\Sigma_0=+0,94;\quad \text{Cl pour 100 : trouvé } 25,37;\quad \text{calculé } 25,63.$$

Par fixation de brome, on obtient deux dibromures, l'un solide (F. 53-54°), l'autre liquide.

Ajoutons que les phényléthanols primaires halogénés dans le noyau étaient inconnus. Quant aux halogénostyrolènes, ils avaient été préparés par d'autres voies, à partir des alcools phényléthyliques secondaires correspondants (bromostyrolène : Ziegler et Tiemann, R. Quelet; chlorostyrolène : Staudinger et Suter) ou par enlèvement catalytique de ClH à $C^6H^4Cl.C^2H^4Cl$ (chlorostyrolène : D. R. P. n° 559737 de I. G.).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les oxydes et sur les polyalcools dérivés du cyclohexadiène-1.3.* Note ([1]) de MM. **Pierre Bedos** et **Adrien Ruyer**, présentée par M. P. Sabatier.

Nous avons signalé récemment ([2]) que le cyclohexadiène-1.3 donne naissance, dans diverses circonstances, à un mono-oxyde et à un dioxyde; or, théoriquement, la formation de trois mono-oxydes dérivés du cyclohexadiène-1.3 et celle de deux dioxydes peuvent être envisagées :

(I). (II). (III).

(IV). (V).

([1]) Séance du 20 février 1933.

([2]) Bedos et Ruyer, *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 802.

La présente Note a pour but de faire connaître les résultats de nos recherches sur la constitution des oxydes obtenus par nous, de signaler leurs propriétés et de décrire les polyalcools auxquels ils donnent naissance par hydratation.

Mono-oxyde du cyclohexadiène-1.3. — Les mesures comparatives de densité, d'indice de réfraction et de dispersion ne révèlent aucune différence appréciable entre les échantillons de mono-oxyde engendrés par des voies différentes; on obtient un liquide incolore $E_{744} = 137°$ (avec résinification d'un quart du produit), $E_{22} = 45°$ (sans altération), $D_4^{22} = 1,0213$, $n_D^{22} = 1,4785$, $RM = 26,63$ (calculée pour $C^6H^8O|^{=}$: 26,68).

La propriété caractéristique de cet oxyde est son aptitude réactionnelle particulièrement remarquable : sa chaleur moléculaire d'hydratation (eau pure) est voisine de 15 grandes calories, ce qui permet son hydratation par l'eau pure à 0°.

Hydraté sans précaution spéciale, il fournit un produit visqueux pratiquement incristallisable, qui, par hydrogénation ultérieure, donne naissance à un mélange, en proportions légèrement variables, de cyclohexanediols ortho et para trans. Le diol ortho prédomine dans tous les cas, mais la teneur en diol para décroît suivant l'origine de l'oxyde dans l'ordre suivant : oxyde issu de la chlorhydrine, oxyde obtenu par oxydation directe du carbure à l'aide de l'acide perbenzoïque, oxyde provenant de l'iodhydrine.

Glycol ortho (*vraisemblablement cyclohexène*-3.4-*diol*-1.2)

CH OH
H^2C CH OH
H^2C CH
CH

La technique la plus sûre pour son obtention consiste à effectuer une hydratation fractionnée à 0°, à extraire soigneusement à l'éther les solutions aqueuses, à évaporer l'eau à froid sous vide en présence de H^2SO^4, et à faire cristalliser le produit dans l'acétone ou l'acétate d'éthyle.

Ce glycol se présente sous la forme de cristaux tabulaires monocliniques $F = 77°$, dibromure $F = 130$-$131°$, dibenzoate $F = 77°$ (fusion lente mais franche). Par hydrogénation (Pt, CH^3OH absolu), il fournit intégralement le cyclohexane-diol-1.2 trans $F = 104°$, dibenzoate $F = 92°$, bisphénsyluréthane $F = 215°$.

Cyclohexène-2.3-diol-1.4 :

$$\begin{array}{c} \text{CH OH} \\ \text{H}^2\text{C} \diagup \quad \diagdown \text{CH} \\ | \qquad \| \\ \text{H}^2\text{C} \diagdown \quad \diagup \text{CH} \\ \text{CH OH} \end{array}$$

L'obtention de ce glycol dont la proportion est toujours minime a été particulièrement laborieuse. Toutes les queues de cristallisations (60^g environ) provenant d'hydratations dans des conditions diverses de 500^g d'oxyde brut, après maintes distillations fractionnées sous un vide très poussé, et plusieurs centaines de cristallisations, nous ont fourni 15^g de ce glycol.

Celui-ci se présente sous la forme de beaux cristaux F = 86°, dibromure F = 157°, dibenzoate F = 96°,5. Par hydrogénation (Pt, CH^3OH absolu) il fournit presque quantitativement le cyclohexane-diol-1.4 trans F = 139°, dibenzoate F = 151°, bisphényluréthane F = 266°.

En résumé, de ces résultats, il semble établi que le cyclohexadiène-1.3 donne naissance à un mélange de deux mono-oxydes, que nous n'avons pas réussi encore à séparer; mais les deux glycols correspondants, obtenus à l'état pur, montrent que ce mélange d'oxydes est composé vraisemblablement d'ortho (formules I ou II) et de para (formule III).

Il est intéressant de noter que dans cette série non saturée, comme dans la série cyclanique saturée, l'oxyde d'éthylène engendre l'isomère trans; par contre, l'action du tétra-acétate de plomb sur le cyclohexadiène-1.3 conduit au cyclohexène-3.4-diol-1.2 cis ([1]).

Dioxyde du cyclohexadiène-1.3 *et cyclohexane-tétrols*-1.2.3.4. — La constitution de ce dioxyde découle de celle du mono-oxyde utilisé pour sa préparation (oxydation perbenzoïque) : elle correspond vraisemblablement à celle d'un diépoxy-(1.2)-(3.4)-cyclohexane (formule IV).

Liquide incolore, légèrement visqueux, $E_{14} = 66°$, $D_4^9 = 1,1914$, $n_D^9 = 1,4820$, RM = 26,79 (théorie pour $C^6H^8O^2$: 26,59). Hydraté soit vers 140° par l'eau pure, soit vers 95° en présence d'une trace de H^2SO^4, il donne naissance à un mélange de deux cyclohexane-tétrols-1.2.3.4 que nous avons pu séparer par l'intermédiaire des tétrabenzoates : tétrol F = 210° (tétrabenzoate F = 146°), tétrol F = 187° (tétrabenzoate F = 260°), dans la proportion de deux tiers du premier pour un tiers de l'autre.

([1]) CRIEGE, *Annalen der Chemie*, 481, 1930, p. 263.

MINÉRALOGIE. — *Étude de la dissociation thermique des minéraux des serpentines*. Note de M[lle] **Simonne Caillère**.

Une étude de la dissociation thermique des minéraux de la famille des serpentines, que j'ai entreprise à l'aide du galvanomètre double de Saladine-Le Chatelier (¹), a montré que l'on pouvait y distinguer deux groupes :

1° Le premier est caractérisé par une courbe de dissociation présentant un crochet endothermique dû au départ de l'eau à 650° et suivi presque



immédiatement d'un crochet exothermique à 750°. Le type le plus représentatif de ce groupe est l'antigorite à clivages pseudocubiques de Tilly-Foster (courbe I) déjà étudiée par M. J. Orcel (²).

La métaxite de Moncaup, de Reichenstein, le picrolite de la vallée d'Aoste, la marmolite de New-Jersey se comportent comme l'antigorite de Tilly-Foster.

2° Le second groupe, le plus répandu dans ceux que j'ai étudiés, ayant pour type le chrysotile soyeux de Montville (courbe II) est caractérisé uniquement par le phénomène endothermique dû à la déshydratation du minéral à 650°. La même courbe est obtenue avec les chrysotiles des Vosges, de Médous, de l'Oural, du Transvaal, du Canada (de Thetford, de Black-

(¹) *Revue de Métallurgie*, 1, 1904, p. 134.
(²) *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 565.

Lake), l'antigorite d'Antigorio (courbe V), de Zermatt, le picrolite du Texas, la bowenite de Rhodes Island, du Turkestan chinois (courbe III), la williamsite du Texas et avec l'échantillon étiqueté dans la collection du Muséum « picrosmine » du Tyrol (courbe IV). Les minéraux de ces deux groupes ne renferment que très peu d'eau hygroscopique. La courbe VII présente un crochet endothermique supplémentaire à 400° correspondant à la déshydratation de la brucite; elle est donnée par un chrysotile de la province de Québec, analogue à celui qui a fourni la courbe VI, mais renfermant des fibres très fines de brucite comme le confirment d'ailleurs l'examen microscopique et l'analyse chimique.

Tchernych ([1]) a signalé comme courbe caractéristique des chrysotiles cette courbe à deux départs d'eau ; on peut donc se demander si les échantillons étudiés par lui ne contenaient pas aussi de la brucite. Les noms donnés aux minéraux des serpentines sont basés sur les différences de faciès, mais l'analyse chimique ne permet pas de distinction comme le montrent les analyses suivantes que j'ai faites sur les échantillons auxquels correspondent les courbes figurées.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
SiO^2	39,13	41,07	43,60	42,86	40,75	32,45	28,76
Al^2O^3	–	–	0,03	1,48	2,51	2,57	0,88
Fe^2O^3	2,49	–	–	3,96	3,47	17,61	5,37
FeO	1,74	1,05	0,40	2,03	3,12	1,30	2,02
CaO	0,50	0,58	0,55	0,46	1,62	0,40	0,41
MgO	40,58	42,33	42,58	37,57	36,94	33,59	44,34
TiO^2	–	–	–	traces	0,06	–	–
H^2O^-	2,80	0,77	0,90	0,31	0,31	0,83	0,88
H^2O^+	13,19	13,92	12,02	11,56	11,74	11,34	16,86
Total	100,43	99,72	100,08	100,23	100,52	100,09	99,52
Densité	2,368	2,498	2,589	2,645	2,550	2,520	2,499
Indices n_p	–	1,546	–	–	–	1,543	1,542
» n_m	1,537	–	1,559	1,572	1,569	–	–
» n_g		1,550				1,551	1,555

I. Antigorite, Tilly-Foster. — II. Chrysotile, Montville. — III. Bowenite, Turkestan. IV. Picrosmine, Tyrol. — V. Antigorite, val. Antigorio. — VI et VII. Chrysotile, prov. Québec.

Ces analyses concordent très bien avec la formule habituellement admise $H^4Mg^3Si^2O^9$; toutefois il faut remarquer que le chrysotile de la

([1]) *Bull. Soc. Russe Minér.*, 2e série, 55, fasc. I, 1926.

province de Québec (an. VI) renferme une forte proportion de magnétite et d'oligiste et que son analyse globale n'a été faite que pour la comparer dans les mêmes conditions avec celle du chrysotile de la même localité renfermant de la brucite (an. VII).

Les valeurs de la densité (mesurée à l'aide de la balance hydrostatique en utilisant le xylol comme liquide d'immersion et en faisant le vide avant la détermination de la poussée) et des indices [mesurés par la méthode d'immersion de M. Gaubert ([1])] varient un peu suivant la teneur en silice et en oxydes de fer mais ne permettent pas de classification nette.

La distinction des minéraux de cette famille est uniquement basée, jusqu'ici, sur la détermination du signe optique ([2]), parfois délicate. L'analyse thermique apporte un nouvel élément de comparaison dont il y aura lieu de discuter la valeur ultérieurement comme base de classification, en tenant compte de ce fait que dans l'un et l'autre groupe ainsi obtenus on trouve des minéraux de signes positif et négatif.

MINÉRALOGIE. — *Mesure des pouvoirs réflecteurs de quelques tellurures naturels par la méthode photo-électrique*. Note de M. **P. Fastré.**

J'ai réalisé cette mesure en adoptant le mode opératoire indiqué par M. J. Orcel ([3]) pour les déterminations en lumière monochromatique. La source lumineuse fonctionnait sur accumulateurs, et éclairait un monochromateur fournissant une bande de spectre de $45^{\mu\mu}$ de largeur. Les bandes utilisées dans les mesures sont celles qui correspondent aux trois longueurs d'onde centrales : $589^{\mu\mu}$, $527^{\mu\mu}$, et $465^{\mu\mu}$. L'objectif employé possédait un grossissement de 34 et une distance focale de 5,1.

Le silicium presque pur (95-97 pour 100) a été choisi comme étalon, en raison de son pouvoir réflecteur comparable à celui des minéraux étudiés. Les valeurs suivantes ont été obtenues par rapport au diamant : pour $465^{\mu\mu}$, 0,426; pour $527^{\mu\mu}$, 0,381 ; pour $589^{\mu\mu}$ 0,353. Les tellurures étudiés sont principalement ceux qui entrent dans la constitution de certains minerais aurifères, dont j'ai eu à ma disposition de nombreux échantillons provenant

(1) *Bull. Soc. franc. Min.*, 45, 1922, p. 89.
(2) A. Lacroix, *Minéralogie de la France*, 1, p. 417.
(3) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1055-1057; *Bull. Soc. franç. Min.*, 53, 1930, p. 326.

de la Collection du Muséum. Ils offrent les caractères microscopiques suivants :

Coloradoïte (HgTe) *et petzite* [(Ag.Au)^{2}Te)] (Kalgoorlie, Australie). — Ces minéraux possèdent à peu près la même teinte grise en lumière naturelle. Leur comportement vis-à-vis des réactifs d'attaque est aussi sensiblement le même.

Altaïte (PbTe) (Organ Mountains, Monts Altaï). — Les mesures ont été faites sur une lame de clivage de 5^{mm} de côté, donnant un poli parfait; elle est blanche en lumière naturelle.

Pour ces trois espèces, le champ n'est pas complètement obscur entre nicols croisés, probablement parce qu'elles possèdent un indice d'absorption élevé, mais on n'observe aucun changement de teinte pour un tour complet de la platine, ni aucune variation nette de pouvoir réflecteur. Elles sont donc bien cubiques.

Hessite (Ag^{2}Te) (Mine Sawodinski, Monts Altaï), — Grise en lumière naturelle. Entre nicols croisés, la section étudiée présente la structure d'agrégat décrite par H. Schneiderhöhn et P. Ramdohr (1) et due à la transformation de la forme cubique en forme orthorhombique (2). Le pouvoir réflecteur mesuré n'est donc qu'une moyenne.

Nagyagite (Au^{2}Pb^{14}Sb^{3}Te^{7}S^{17}). (Nagyag, Hongrie). — De couleur grise en lumière naturelle, la nagyagite présente, entre nicols croisés des extinctions incomplètes et des teintes gris verdâtre et gris bleuâtre dans les positons d'éclairement. Plusieurs plages montrent des macles polysynthétiques et des lignes de clivage souvent déformées.

Sylvanite (Au, Ag) Te^2 (Mine Lake View Consols; Kalgoorlie). — Couleur blanc crème en lumière naturelle. Extinctions incomplètes entre nicols croisés. Les mesures ont été faites sur des sections parallèles et perpendiculaires au clivage (010).

Calavérite (Au, Ag) Te^2. — De couleur blanc jaunâtre en lumière naturelle, ce minéral comme le prééédent agit très faiblement sur la lumière polarisée. Les mesures ont été faites sur des sections taillées dans des cristaux provenant de Cripple Creek (Colorado), parallèlement et perpendiculairement à leur allongement, et sur des plages d'orientation quelconque dans un minerai de Kalgoorlie.

Krennérite (Au.Ag)Te^2 (Nagyag). — Nous n'avons eu à notre disposition que des cristaux très petits de ce minéral. Les observations sont donc un peu incertaines. Cependant il semble que l'anisotropie et les pouvoirs réflecteurs de ce minéral soient plus élevés que pour la calavérite.

La nagyagite et la krennerite sont orthorhombiques, la sylvanite et la calavérite monocliniques.

Les mesures sont résumées dans le tableau ci-après :

---

(1) *Lehrbuch der Erzmikroskopie*, Berlin, 1931, p. 273.

(2) H. Borchert, *Neues Jahrbuch. f. min.*, Beil., 61, 1930, p. 121.

I. — *Tellurures isotropes* (cubiques).

	465$^{\mu\mu}$.	527$^{\mu\mu}$.	589$^{\mu\mu}$.	Approximations.
Petzite............	0,427	0,401	0,378	± 0,005
Coloradoïte........	0,382	0,369	0,369	± 0,005
Altaïte...........	0,74	0,70	0,64	± 0,01

II. — *Tellurures anisotropes.*

	465$^{\mu\mu}$.		527$^{\mu\mu}$.		589$^{\mu\mu}$.		
	R_g.	R_p.	R_g.	R_p.	R_g.	R_p.	Approximations.
Nagyagite...	0,490	0,438	0,470	0,416	0,407	0,381	± 0,005
Sylvanite ...	0,60	0,55	0,61	0,56	0,60	0,56	± 0,01
Calavérite...	0,64	0,57	0,67	0,59	0,64	0,58	± 0,01
Krennérite..	0,72	0,65	0,71	0,64	0,75	0,68	± 0,02
Hessite.....	0,421		0,393		0,371		± 0,005

La détermination de la biréflectence de ces minéraux dont le coefficient d'extinction est vraisemblablement élevé, ne peut être faite exactement, car ils réfléchissent une forte proportion de lumière elliptique. Par suite, bien que les chiffres obtenus ci-dessus correspondent au maximum et au minimum du pouvoir réflecteur que l'on observe dans les différentes sections pour un tour complet de la platine, ils n'ont pas la même signification physique ni cristallographique que dans le cas, d'ailleurs plus fréquent, de minéraux peu absorbants.

Toutefois, l'examen entre nicols croisés et les mesures de pouvoir réflecteur permettent de distinguer les différents tellurures avec plus de certitude que par les réactifs d'attaque. Il en est ainsi par exemple de la petzite et de la coloradoïte.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des marbres de Guillestre, roche caractéristique du Malm du Briançonnais.* Note de M. **Fernand Blanchet**, présentée par M. Ch. Jacob.

La liste des fossiles fournis par les calcaires amygdalaires de Guillestre a été publiée par W. Kilian et J. Révil dans leur Mémoire sur les Alpes occidentales (t. II, 2e facs., 1917, p. 238). Par ses caractères généraux, elle indique nettement un âge tithonique.

J'ai été conduit à étudier cette faune à nouveau et à formuler sur son âge des observations que j'exposerai ci-après.

Je rappellerai tout d'abord que j'ai distingué, dans le Malm de la région, deux niveaux lithologiques :

a. Un niveau inférieur rognonneux ou amygdalaire;

b. Un niveau supérieur, formé par des calcaires roses à pâte fine et renfermant en abondance *Calpionella alpina* Lorenz, forme surtout tithonique et *inconnue* dans le niveau précédent.

La plupart des fossiles cités par Kilian proviennent du niveau *a* sauf un, déterminé comme *Pygope* sp. voisin de *P. diphya*, fossile qui appartient incontestablement, au niveau supérieur, mais qui apparaît comme spécifiquement indéterminable.

Il y a lieu de remarquer en outre, dans la liste, la présence d'un grand nombre de *Phylloceras* et de *Lytoceras*, généralement mal conservés et dont l'extension stratigraphique est trop grande pour permettre de préciser un niveau. D'autre part, les *Aptychus* signalés dans cette même liste se retrouvent aussi à des niveaux bien inférieurs. Enfin *Waagenia hybonota* n'est pas franchement caractéristique du Tithonique.

De la faune précédente, il ne subsiste donc comme caractéristiques du Tithonique que les échantillons suivants déterminés comme suit par Kilian et Révil : *Peltoceras Fouquei* Kil.; *Perisphinctes pseudocolubrinus* Kil.; *Perisphinctes* sp. voisin de *P. transitorius* et de *P. Vandelli* Choff.; *Perisphinctes fraudator* Zitt.; *Berriasella incomposita* Ret. sp.; *Berriasella Picteti* Jacob (= *A. privasensis* Pict. p. parte); *Duvalia lata* Blainv. sp.

La plupart appartiennent aux collections du Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble où j'ai pu les étudier, sauf trois d'entre eux (*P. pseudocolubrinus*, *P. fraudator*, *B. incomposita*) qui n'ont pas été retrouvés.

Leur étude m'a conduit aux déterminations suivantes :

Peltoceras transversarium var. *Fouquei* Kil. — Exemplaire attribué en 1880 par Collot et par Ch. Lory à *P. transversarium* Qu. sp. Depuis W. Kilian a séparé de l'espèce de Quenstedt, sous le nom de *P. Fouquei*, une forme andalouse présentant avec elle quelques différences et à laquelle il rattache l'échantillon de Guillestre. P. Fallot (¹) vient de faire remarquer que le véritable niveau où se trouve cette forme en Andalousie est le Lusitanien.

Perisphinctes Orbignyi de Lor. (= *P. plicatilis* d'Orb. sp.). — Un échantillon en assez bon état, rapporté par Collot en 1880 à *P. plicatilis*, puis en 1912 par W. Kilian à *Berriasella Picteti* Jacob (*in* coll.) passant à *B. Lorioli* Zitt.

Je n'hésite pas à revenir à l'ancienne détermination de Collot, après avoir étudié la

(¹) *Bol. Real Soc. Española de Hist. nat.*, 31, 1931, p. 113-132.

variabilité de *P. Orbignyi* qui montre en particulier de grandes différences dans l'écartement des côtes. D'autre part, j'ai pu examiner un bel exemplaire de cette espèce, provenant de l'Oxfordien de Joyeuse (Ardèche); il présente, sur la partie ventrale du tour adulte, une mince bande lisse, qu'on retrouve absolument identique dans l'échantillon de Guillestre, caractère qui a sans doute conduit W. Kilian à réunir ce dernier au groupe des *Berriasella*.

D'autre part, en comparant la forme de Guillestre aux types de *B. Picteti* Jacob (*in* coll.), j'ai constaté de notables différences entre les deux ainsi qu'avec *B. Lorioli* Zitt.

Perisphinctes cf. *Vandelii* Choffat. — L'échantillon cité par Kilian est représenté seulement par un fragment de tour adulte presque circulaire, à peine plus haut (25^{mm}) que large (23^{mm}), à côtes droites du côté ombilical, régulièrement bifurquées vers le milieu des flancs et qui montrent à partir de ce point une légère inflexion vers l'arrière, plus accentuée à leur passage sur la partie ventrale ; la réduction à 3 ou 4^{cm} à peine de la partie conservée ne permet pas d'observer s'il existe comme dans le type lusitanien de Choffat des côtes intermédiaires simples. Néanmoins, notre forme s'en rapproche grandement.

Par contre, le passage à *P. transitorius* invoqué par Kilian paraît difficile à établir. D'ailleurs *P. transitorius* en diffère par des tours beaucoup moins arrondis et présente souvent sur la région ventrale une interruption des côtes, qui n'existe pas dans la partie conservée de notre échantillon.

Belemnites (*Duvalia* ou *Hibolites*) sp. — Cette forme, figurée par Kilian sous le nom de *D. lata* Blainv. sp., n'est représentée que par une section longitudinale; les caractères extérieurs n'étant pas observables, il me paraît impossible de donner une détermination spécifique certaine ; il existe d'ailleurs, à des niveaux inférieurs et notamment dans l'Oxfordien et le Lusitanien, des formes renflées telles que *Duvalia ænigmatica* d'Orb. sp., *Hibolites Dumortieri* Opp. sp., *D. Mülleri* Gilliéron sp., *H. monsalvensis* Gilliéron sp., dont certaines peuvent présenter une section analogue.

Telle qu'elle vient d'être décrite, la faune des calcaires rognonneux de Guillestre se rattache nettement à l'Oxfordien ou au Lusitanien, ainsi que Collot et Ch. Lory l'avaient déjà supposé et, seule, la partie supérieure de cette formation, représentée par les calcaires à *Calpionella alpina*, doit être rattachée au Tithonique.

Ces résultats évoquent un rapprochement avec l'Argovien rouge des Préalpes, région dont les analogies avec les zones briançonnaises, depuis longtemps mises en évidence, avaient conduit E. Haug à rechercher dans cette zone l'origine de certaines nappes préalpines.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Spécification des* Cladoxylon *et des* Clepsydropsis *de Saalfeld*. Note de M. **Paul Bertrand**, présentée par M. L. Mangin.

Parmi les nombreux échantillons recueillis à Saalfeld, il est possible actuellement de distinguer 5 espèces de *Cladoxylon* bien définies : *Cl. tæniatum*, *Cl. mirabile*, *Cl. megopicum*, *Cl. radiatum* et *Cl. Solmsi*.

1. *Cl. tæniatum* Unger. — A cette espèce appartiennent : *Cl. dubium* Unger, *Hierogramma mysticum* Unger, *Hierogramma* (exemplaire de Berlin en voie de dichotomie) *Hierogramma* avec bois secondaire (attribué à *Cl. dubium*), *Syncardia pusilla* Unger (3 exemplaires), *Clepsydropsis excelsa* P. B. (rachis primaires, plus pétioles secondaires figurés par moi en 1912 et attribués à tort à *Cl. antiqua*).

2. *Cl. mirabile* Unger. — Cette espèce est représentée par un très grand nombre d'échantillons. Mais la plupart des échantillons montrent fréquemment l'émission de *Hierogramma*. C'est pourquoi il est difficile de savoir quand les anneaux sortants sont vraiment des traces foliaires et non pas des fragments de systèmes destinés aux *Hierogramma*.

L'échantillon 195 de Halle a. S., qui offre 18 lames ligneuses rayonnantes, émet successivement 4 *Hierogramma*. Comme chaque émission intéresse au moins 4 lames ligneuses, les 4 ramifications occupent pratiquement toute la périphérie du stipe.

L'échantillon 119 de Halle présente une *structure dorsiventrale* avec 12 à 15 lames ligneuses. Il émet deux *Hierogramma*, l'un à droite, l'autre à gauche ; celui de droite porte, en outre, une trace foliaire annulaire.

Enfin, l'échantillon 193 de Halle nous a permis d'observer l'émission de traces foliaires annulaires à divers niveaux ; l'une d'elles, très éloignée, se montre à l'état de *Clepsydre*.

Arctopodium insigne Unger est certainement le *Hierogramma* de *Cl. mirabile*.

Syncardia S4, petit échantillon avec quatre faisceaux seulement, paraît appartenir à *Cl. mirabile*.

Cl. exigua P. B. 1912 appartient sûrement à *Cl. mirabile*, *Clepsydropsis antiqua* Unger probablement aussi ; mais *Cl. antiqua* représenterait les gros rachis primaires, probablement portés par les plus gros stipes. *Cl. exigua* représente les petits rachis primaires plus faibles. Aucun doute à cet égard :

ce sont des rachis primaires les uns et les autres. Les pétioles secondaires sont inconnus.

3. *Hierogramma megopicum* nov. sp. — Très bel échantillon (n° 67 de la série de Berlin) analogue à *H. mysticum*, mais à boucles périphériques très grandes, très différenciées. A cette espèce appartient : *Clepsydropsis elongata* P. B., beau rachis, offrant une clepsydre allongée à boucles périphériques très grandes (échantillon 307 de Halle). Je ne connais ni le *Cladoxylon*, ni le *Syncardia* de cette espèce.

4. *Cladoxylon* (*Arctopodium*) *radiatum* Unger. — Connu par un seul exemplaire. Je ne connais, ni le *Hierogramma*, ni le *Syncardia*, ni le *Clepsydropsis* de cette espèce, mais seulement les pétiolules ou fines ramifications qui ont la structure de pétioles secondaires, avec un seul plan de symétrie.

5. *Cladoxylon Solmsi* P. B. — De cette espèce on connaît avec le stipe seulement la base du *Hierogramma*. Un *Clepsydropsis* en mauvais état paraît lui appartenir.

N. B. — *Cl. radiatum* et *Cl. Solmsi* se distinguent de tous les autres parce qu'ils ont des pôles ponctuels ; en d'autres termes : il n'y a presque pas de fibres primitives, mélangées aux éléments de protoxylème ; les boutonnières sont virtuelles.

D'après ce que nous venons d'exposer, c'est l'attribution correcte d'un *Clepsydropsis* à chaque espèce de *Cladoxylon*, qui constitue la démonstration irréfutable que les premiers appartiennent bien aux seconds.

BOTANIQUE. — *Sur l'origine botanique de la drogue connue sous le nom de* Muira Puama. Note de M. **Raymond-Hamet**, présentée par M. L. Mangin.

Bien que le *Muira Puama* ait été introduit, il y a déjà fort longtemps, dans la thérapeutique, on n'a pas encore pu fixer avec certitude l'origine botanique de cette drogue brésilienne.

D'après Rebourgeon, le *Muira Puama* appartiendrait à la famille des Acanthacées et devrait être désigné sous le nom d'*Acanthea virilis*.

Pour H. Kleesattel [1], qui a comparé la structure anatomique de la drogue avec celle d'échantillons d'herbier de *Liriosma ovata* Miers et de

---

[1] *Beit. zur Pharmakognosie der* Muira Puama (*Inaug. Dissert.*, Erlangen, 1892).

L. Pohliana Engler, le *Muira Puama* devrait être rangé dans la famille des Olacacées et identifié avec le *Liriosma ovata*.

Bien qu'aucun botaniste n'ait pu, en étudiant un échantillon fleuri, fructifié ou même feuillé de *Muira Puama*, s'assurer de l'exactitude de l'identification hypothétique de Kleesattel, les grands traités de pharmacographie (¹) la tiennent pour démontrée.

Ce n'est que récemment que le botaniste Ducke, qui a exploré pendant de longues années la région amazonienne, y a récolté des échantillons fleuris et fructifiés de deux Olacacées arborescentes dont — suivant leurs affirmations malheureusement non contrôlées — les indigènes récolteraient les jeunes individus qu'ils livreraient au commerce de la droguerie sous la dénomination de *Muira Puama*. Ducke, pour qui la première de ces Olacacées serait le *Ptychopetalum olacoïdes* Bentham, la seconde une espèce voisine mais nettement différente, a envoyé des échantillons botaniques de ces deux plantes aux herbiers de Rio de Janeiro et Berlin et à nous-même.

R. A. Dias de Silva (²), qui a eu à sa disposition les échantillons de l'herbier de Rio de Janeiro, a reproduit les assertions de Ducke et admis que le *Muira Puama* provient du *Ptychopetalum olacoïdes*.

Tout récemment E. Anselmino (³), qui a pu étudier dans l'herbier de Berlin les deux Olacacées recueillies par Ducke, a rapporté la première au *Pt. olacoïdes*, et considéré la seconde comme une espèce nouvelle qui différerait de la première par ses caractères floraux, espèce nouvelle qu'elle a décrite sous le nom de *Pt. uncinatum*.

Mais Anselmino et de Silva n'ont pas comparé la structure anatomique du *Muira Puama* avec celle des échantillons de *Ptychopetalum* récoltés par Ducke, et se sont bornés à reproduire, touchant l'origine botanique de cette drogue, les affirmations des indigènes telles que Ducke les avait recueillies. Aussi nous avons cru indispensable de rechercher si les caractères anatomiques de la drogue étaient ou non identiques à ceux des échantillons d'herbier récoltés par Ducke.

Grâce au bienveillant concours de M. Machado de Leopoldina, et du directeur du Museum commercial de Belem (Brésil), nous avons pu examiner la drogue telle qu'elle se présente avant qu'on la sectionne en petits tronçons pour l'expédier en Europe. Elle est alors constituée par une

(¹) A. Tschirsch, *Handb. d. Pharmakognosie*, 3, 1, Leipzig, 1923, p. 736.

(²) *Rev. brasil. de medic. e pharmac.*, 1, 1925, p. 37-41.

(³) *Notizbl. d. bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem.*, 11, 1932, p. 623-626.

racine pivotante ligneuse qui émet d'assez nombreuses racines secondaires, et dont le diamètre varie entre 6 et 28^{mm}. Cette racine se continue par une tige ligneuse et ascendante qui est le plus souvent simple, mais qui parfois est divisée à la base: cette tige, dont le diamètre varie de 3 à 25^{mm}, est toujours sectionnée au-dessous de la partie feuillée.

La structure anatomique de la tige de cette drogue est parfaitement identique à celle de la tige des *Ptychopetalum olacoïdes* et *uncinatum*.

En dedans du parenchyme cortical cellulosique, dont les assises peu nombreuses sont recouvertes extérieurement de quelques assises de suber, on trouve un anneau discontinu composé de 1 à 2 assises d'éléments lignifiés : fibres et cellules sclérenchymateuses, celles-ci moins nombreuses que celles-là. Le tissu libérien, composé d'un petit nombre d'assises, montre de place en place une fibre ligneuse isolée. L'anneau ligneux est divisé en assez nombreux segments par des rayons médullaires composés d'une seule file de cellules. Dans chacun des segments de l'anneau ligneux, on trouve de larges vaisseaux ponctués isolés ou groupés par 2 ou 3, de très nombreuses fibres à lumen punctiforme ou linéaire-ovale, enfin quelques rares cellules parenchymateuses. Au dedans de cet anneau de deutéroxylème, on trouve quelques éléments de bois primaire souvent en voie de résorption. Enfin au centre on observe une moelle cellulosique peu développée.

Ajoutons que les échantillons que nous avons reçus de Ducke nous ont montré que le *Ptychopetalum uncinatum* se distingue du *Pt. olacoïdes* non seulement par ses caractères floraux mais encore par ses fruits. Dans celui-là, en effet, les drupes sont obovées-pyriformes et ont une hauteur de 31 à 32^{mm}, un diamètre de 21 à 22^{mm}; dans celui-ci, au contraire, elles sont oblongues et ont une hauteur de 17 à 18^{mm}, un diamètre de 10 à 11^{mm}.

BOTANIQUE. — *Cultures de cellules détachées de la coiffe.* Note de M. R. Gautheret, présentée par M. Molliard.

On admet généralement que les cellules de la coiffe sont mortes au moment où elles se détachent ou meurent peu de temps après. Knudson, puis Scheitterer et White ont cependant montré que ces cellules peuvent survivre assez longtemps, mais ces auteurs n'ont pas évalué le temps de cette survie, ni suivi les transformations des cellules au cours de celle-ci. Ayant fait la même remarque au cours de recherches sur la culture de racines isolées, nous avons eu l'idée d'essayer de réaliser la culture des cellules de coiffe. Nos expériences ont été faites surtout sur *Lupinus albus*.

La technique a consisté à transporter une racine isolée, sur un milieu gélosé, dans une boîte de Pétri, dont le fond possède une ouverture fermée par une lamelle collée [1]. Comme milieu de culture, nous avons employé le liquide de Knop gélosé additionné de glucose, saccharose ou mannitol. Dans ces conditions, la racine isolée s'accroît plus lentement qu'une racine de plantule entière, ce qui permet de suivre la culture pendant longtemps. Le méristème abandonne des cellules de coiffe qui restent enrobées dans la gélose et continuent à vivre. Celles-ci conservent, dans le milieu solide, leur position initiale, ce qui permet de les repérer sous le microscope et de suivre leur évolution. En outre, la racine se desquame, soit sous forme de cellules isolées, soit par files longitudinales ou encore par plaques de milliers de cellules. Ces cellules sont plus minces et plus allongées que les cellules de la coiffe. Nos observations nous ont permis de constater que cette desquamation se produit normalement dans la racine, mais d'une façon moins marquée que dans les racines isolées; ce phénomène est assez général chez les Dicotylédones.

Les cellules de la coiffe qui se détachent renferment de gros grains d'amidon. Ceux-ci se déplacent sous l'action de courants cytoplasmiques et ce déplacement s'effectue suffisamment vite pour que l'on puisse le suivre sous le microscope. Ces cellules renferment de nombreuses granulations lipoïdiques, qui se déplacent aussi, mais très rapidement : celles-ci deviennent plus grosses et moins nombreuses quand les cellules vieillissent; en outre, dans les cellules très âgées de *Lupinus luteus*, on observe un ou deux gros globules de même nature. Les cellules de coiffe isolées sont susceptibles de présenter un certain accroissement en longueur (10 à 20 pour 100) et surtout en largeur (100 pour 100). Cet accroissement ne se produit pas d'une manière constante, et l'accroissement en largeur se manifeste par la production de sorte de hernies, qui donnent aux cellules un contour irrégulier.

Ces cellules restent ordinairement toutes vivantes pendant 8 à 10 jours, à la température de 20° environ. A 10°, la survie des cellules atteint 18 à 20 jours, ce qui semble en relation avec la loi de van't Hoff. A cette température, les grains d'amidon persistent plus longtemps et la croissance est très lente ou nulle. A 20°, à partir de 8 à 10 jours, les cellules de la coiffe commencent à mourir, mais certaines restent vivantes : celles-ci digèrent leur amidon. Les grains d'amidon sont toujours hydrolysés dans

(1) Procédé employé au *Central Bureau voor Schimmelcultur de Baarn*.

les cellules, au bout de 15 jours à un mois; cette hydrolyse s'opère quelle que soit la concentration du sucre dans le milieu, mais si l'on enlève la racine ou si l'on ne laisse dans le milieu que son extrémité, les cellules digèrent leur amidon au bout de 2 à 8 jours seulement, ce qui semblerait indiquer que la racine sécrète une substance qui empêche cette hydrolyse. Quel que soit le sucre employé et sa concentration, nous n'avons jamais constaté la formation d'amidon dans les cellules de coiffe ayant résorbé l'amidon formé avant leur détachement. Les cellules de coiffe qui survivent peuvent continuer à s'accroître. Elles présentent toujours des mouvements cytoplasmiques et subissent des modifications de leurs vacuoles : Au moment où elles se détachent, les cellules de la coiffe présentent l'aspect de cellules encore peu différenciées et possèdent deux ou plusieurs vacuoles : après 10 ou 15 jours, elles n'ont plus qu'une seule vacuole comme des cellules adultes. Dans de très vieilles cultures les mouvements du cytoplasme peuvent être ralentis ou nuls, cependant ils reprennent généralement si l'on élève la température. Lorsque la cellule meurt, une partie de son cytoplasme est rejeté à l'extérieur : la paroi se rompt, ce qui semble dû à une forte pression osmotique.

Lorsqu'on emploie des solutions concentrées de sucres, l'eau du milieu gélosé s'évaporant peu à peu, le milieu augmente sa concentration. Les cellules ne maintiennent pas indéfiniment leur turgescence et se plasmolysent quand le volume du milieu est réduit d'environ deux tiers pour une dose initiale de 10 pour 100 de glucose, ce qui représente une concentration de l'ordre de 30 pour 100 de glucose. Si les cellules sont le siège d'anatomose, ce phénomène a donc une limite. Les cellules ainsi plasmolysées peuvent continuer encore à vivre 8 à 10 jours. *Le maximum de survie que nous ayons obtenu est de 82 jours, à 20-22°.* Nous avons conservé des cellules à 10°, et actuellement, elles renferment plusieurs centaines de cellules qui vivent depuis un mois et demi. Il est probable que la survie doit être beaucoup plus longue à cette température. Nous avons cultivé des cellules de coiffe dans des milieux variés. Les résultats ont été les mêmes dans le glucose et le saccharose; la mannitol a donné une survie plus longue. Les sels minéraux ne sont pas indispensables. Quant à la lumière, elle n'a pas d'influence et nous n'avons pu obtenir la formation de chlorophylle dans les cellules de coiffe exposées à la lumière.

Ainsi nos expériences prouvent que les cellules de coiffe isolées peuvent être cultivées et vivre pendant plusieurs mois : elles sont susceptibles de s'accroître dans une certaine mesure, mais ne se multiplient jamais.

ÉCONOMIE RURALE. — *Avantages des graines germées pour la nourriture des animaux de la ferme et en particulier du cheval.* Note (¹) de M. **Laurent Raybaud**, présentée par M. L. Lapicque.

L'influence des graines germées (²) dans la nourriture des animaux de la ferme et en particulier du cheval est très avantageuse. Elle peut s'expliquer par trois causes principales : 1° Grain complètement ramolli et partant mieux digéré; 2° amidon partiellement transformé en sucre et de ce fait plus assimilable; 3° vitamines et diastases en pleine activité.

Sur le cheval, on peut employer l'avoine germée de deux façons ; donner la ration complète pour relever les chevaux dits « bas d'état », ou une ration incomplète suffisante pour maintenir en bon état le cheval normal. Au 8ᵉ d'artillerie, des chevaux dits bas d'état furent rétablis après quarante jours de rations complètes à l'avoine germée avec une augmentation de poids qui parfois atteignit 60ᵏᵍ (³). La même méthode, appliquée aux corps de cavalerie de la Ruhr, donna des résultats si probants, qu'elle est actuellement généralisée dans l'armée (⁴).

Pour le cheval normal, la ration d'avoine germée peut être réduite notablement sans qu'il dépérisse. Après une expérience de six mois faite sur quatre chevaux fournissant un travail pénible et continu, l'économie réalisée, en remplaçant l'avoine ordinaire par le même volume d'avoine germée, s'éleva à 38 pour 100, et les chevaux avaient cependant augmenté de poids de 3 à 6 pour 100 (⁵). A la suite d'un rapport adressé à M. le Ministre de la Guerre l'informant de résultats si surprenants, M. Urbain, Directeur du Laboratoire de Recherches vétérinaires de l'Armée, fut chargé de les contrôler. Il opéra de la façon suivante :

Deux attelages de chacun deux animaux (une jument et un cheval) font

(¹) Séance du 13 février 1933.

(²) On considère un lot d'avoine germée comme bon à consommer, quand la radicule commence à se montrer sur environ 60 pour 100 des grains. Une germination par trop inégale indique un lot composé de graines de différents âges et permet de déceler ce genre de fraude.

(³) Laurent Raybaud, *C. R. Soc. de Biologie*, 92, 1925, p. 437.

(⁴) *L'alimentation rationnelle des chevaux* (Rapport adressé à M. le Ministre de la Guerre sur les Applications de la méthode Raybaud dans l'Armée. Décembre 1931).

(⁵) Laurent Raybaud, *C. R. Soc. de Biologie*, 94, 1926, p. 665.

tous les matins un travail au pas de 20^{km}, en tirant une voiture médicale chargée et du poids total de 1600^{kg}. Deux de ces animaux, un par attelage, servent de témoins. Les deux autres sont soumis à des rations variables d'avoine germée. Les aliments sont pesés tous les jours. Les chevaux le sont également à leur rentrée du travail. Avant de commencer chaque série d'expériences, ils sont mis en équilibre de poids. Dans une première série, l'un des groupes d'animaux prend de l'avoine germée, l'autre de l'avoine sèche. Dans une deuxième série l'ordre de distribution est inversé.

Le maximum d'économie obtenu dans les deux cas par l'avoine germée fut de 43 pour 100 (Urbain et Guillot, *Revue de Zootechnie*, décembre 1931). En estimant le prix de l'avoine à 100^{fr} le quintal, l'économie annuelle par cheval serait de 774^{fr}. Cette méthode appliquée dans l'armée française qui compte 131 000 chevaux réduirait le budget annuel d'environ 100 millions. Mais quels seraient alors les bénéfices réalisés en agriculture ?

En dehors de l'armée, il existe en France 3 128 000 chevaux ou mulets [1], dont un huitième au moins employé aux transports, prend chaque jour une ration complète d'avoine (de 5 à 7 kilos). Les sept autres huitièmes ne la prennent que pendant environ trois mois, période des grands travaux de la ferme. Or la somme des bénéfices réalisés dans les deux cas atteindrait plus de huit cents millions. Mais peut-on actuellement prévoir tous les avantages de cette alimentation aux graines germées pour les autres animaux de la ferme : bovidés, porcins, volailles !

Sur les vaches, j'ai constaté une surproduction laitière d'un demi-litre par jour et par individu. De plus le lait vitaminé augmenta la croissance des jeunes veaux. Les mêmes constatations ont été faites sur des poulains et des porcelets qui, mis ensuite aux céréales germées, continuèrent à se développer admirablement. La surproduction des œufs obtenue par ce régime était remarquable. Il n'en est pas jusqu'aux pigeons qui n'aient subi une influence avantageuse pour nicher. Il n'est donc pas exagéré d'affirmer que lorsque l'alimentation des animaux aux graines germées sera judicieusement appliquée en France, les bénéfices qui en résulteront s'élèveront à près d'un milliard.

---

(1) *Statistique annuelle du Ministère de l'Agriculture*, 1919.

EMBRYOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur le rôle de la stimulation fonctionnelle dans le développement de l'appareil digestif, chez les larves d'Anoures.* Note [1] de MM. **M. Aron** et **J. Comsia**, présentée par M. M. Caullery.

Nous avons estimé qu'il était possible de soumettre la question posée par le titre ci-dessus à un contrôle expérimental effectif, en unissant, en greffe siamoise, des jeunes larves d'Amphibiens et en mettant l'un des conjoints dans l'impossibilité de s'alimenter. La technique suivie pour la greffe a été celle que l'un de nous a utilisée en des recherches antérieures [2] : au stade de bourgeon caudal, des têtards de *Rana temporaria* sont unis deux à deux par accolement des surfaces de section de leurs bourgeons caudaux préalablement réséqués à leur extrémité. Dans ces conditions, il se produit, dans la plupart des cas, une fusion des moelles épinières au niveau de la zone de coaptation. On procède, aussitôt après, à l'ablation de la tête de l'un des jumeaux siamois. Quand la plaie ainsi créée guérit, le têtard décapité, nourri par le têtard resté normal, poursuit sa croissance. L'un de nous a montré précédemment [3] que le rythme de celle-ci dépend du niveau de la décapitation. Si l'on a respecté le cerveau postérieur, avec le « centre de croissance » dont l'un de nous a établi l'existence et le rôle, le développement du jumeau décapité reste « autonome » par rapport à celui du jumeau normal et garde l'allure qu'il eût eu chez une larve non décapitée, mise en des conditions par ailleurs identiques. Si l'on a au contraire enlevé la région du « centre de croissance » en cause, le développement du jumeau décapité, apprécié d'après les dimensions de ses organes axiaux, se montre « subordonné » à celui du jumeau normal et acquiert la même vitesse. On trouve dans le Mémoire cité l'interprétation de ces phénomènes.

Nous nous bornerons, dans le cadre limité de cette Note, à attirer l'attention sur l'évolution de l'intestin du jumeau décapité.

Dans le cas de croissance « subordonnée » du têtard, dont le tube digestif n'a admis, dès l'origine, aucun aliment, l'autopsie, au bout de plusieurs semaines, montre un intestin sensiblement moins long, mais non plus étroit

(1) Séance du 20 février 1933.

(2) *Arch. de Biol.*, 39, 1929, p. 607-675.

(3) *Loc. cit.*

que chez le jumeau normal du couple siamois. A l'examen histologique, on voit que l'intestin terminal a acquis un état comparable chez l'une ou l'autre larve, et que la différence porte surtout sur l'intestin vitellin.

Ce dernier, chez le jumeau décapité, présente des plicatures et des diverticules extrêmement nombreux. Il est tapissé par des cellules cylindriques, beaucoup plus hautes et moins larges que chez le conjoint normal, et présentant un degré de différenciation (chondriome, plateau strié) identique.

La réaction nucléo-plasmique de ces éléments, fondée sur des mensurations de schémas faits à la chambre claire, offre des valeurs de même ordre chez les deux jumeaux. La moindre longueur du tube intestinal vide, chez le têtard privé d'alimentation, peut, dès lors, être interprétée comme due à l'absence de distension, facteur purement mécanique, et au fait que l'épithélium a gagné en épaisseur et en replis ce qu'il a perdu en longueur par rapport au conjoint normal. La privation de la stimulation fonctionnelle a donc, après plusieurs semaines, retenti sur l'aspect extérieur du tube intestinal, mais non sur son histogenèse, ni sur sa différenciation structurale.

Dans le cas de croissance autonome du jumeau décapité, l'intestin présente une hypoplasie manifeste par rapport au jumeau normal, toutes les fois (et c'est le cas à peu près général) où la croissance du premier est très ralentie. Le degré de l'hypoplasie en cause est corrélatif de celui du retard du développement général.

Ces observations seront étendues et ces résultats précisés dans la thèse de l'un de nous. La conclusion qui s'en dégage est que l'alimentation intervient dans la morphogenèse architecturale de l'intestin en tant que facteur mécanique de distension, mais elle ne joue aucun rôle en tant que facteur de stimulation fonctionnelle. Le développement histogénétique de l'épithélium intestinal semble répondre exclusivement à la mise en jeu des potentialités internes des cellules, sous l'influence de facteurs internes de croissance, parmi lesquels, chez les larves d'Anoures, aux stades précoces de l'ontogenèse, ceux que supporte l'axe nerveux paraissent occuper une place prépondérante.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *L'effort accommodatif des amétropes corrigés.* Note de M. **Emile Haas**, présentée par M. Ch. Fabry.

On écrit généralement que l'effort accommodatif d'un amétrope corrigé pour l'infini est égal à celui d'un emmétrope, pour une même distance du point Y qu'il faut voir au plan principal objet H de l'œil. Cette approximation paraît insuffisante dans un certain nombre d'applications, où les erreurs absolues qu'elle entraîne sont précisément du même ordre que la chose à mesurer.

L'expression de l'effort accommodatif de l'amétrope non corrigé, relativement à une certaine distance $\overline{HY}$, est immédiate si l'on fait progresser la lumière de l'œil vers l'extérieur. C'est la somme d'une courbure d'onde égale et de signe contraire à l'amétropie A, et d'une courbure d'onde égale et de signe contraire à celle qui frappe le plan principal objet de l'œil en provenance du point Y, soit $-A-(1:\overline{HY})$.

Quand l'amétrope est corrigé pour l'infini, le verre de puissance P rapproche ou éloigne dioptriquement le point à voir de cette même quantité P dont il aurait rapproché ou éloigné le point à l'infini.

Dans le cas habituel, le plan principal image du verre est à une certaine distance en avant du plan principal objet de l'œil. Il en résulte que toute onde émergente du premier accroît sa courbure pendant son trajet jusqu'au second. Les accroissements instantanés sont proportionnels aux carrés des valeurs instantanées de la courbure; par conséquent les accroissements finis sont toujours positifs, et plus forts pour celle de deux courbures dont la valeur absolue initiale était la plus grande.

Dans le cas de l'hypermétrope, nécessairement corrigé par un verre convergent, l'accroissement que prend la courbure de l'onde correspondant au point Y, pendant son trajet entre le verre et l'œil, est donc inférieur à l'accroissement $-A-P$ qu'aurait pris la courbure de l'onde correspondant au point à l'infini.

Dans le cas du myope, généralement corrigé par un verre divergent, et exceptionnellement par un verre convergent placé au delà du remotum, le signe de l'inégalité est contraire.

C'est dire que l'hypermétrope corrigé doit accommoder plus, le myope corrigé doit accommoder moins que l'emmétrope, pour une même distance.

Le calcul numérique n'offre pas de difficulté et se fonde sur la relation élémentaire de position dans les systèmes centrés. Il permet même d'introduire la notion d'épaisseur du verre. Ses résultats font ressortir des écarts, par rapport à l'effort accommodatif de l'emmétrope, qui sont de l'ordre de la demi-dioptrie.

Il semble que l'on doive tirer quelque avantage de ces considérations, quand on veut calculer l'amplitude accommodative à partir de la mesure de la distance du proximum.

Elles permettent également de prévoir la différence à imposer au verre cylindrique destiné à la vision rapprochée des astigmates, par rapport à celui que l'on prescrit pour la vision éloignée. Cette pratique sera souvent utile, même lorsque la valeur absolue de l'amplitude de l'accommodation sphérique exclut la nécessité d'un supplément sphérique positif; car on sait d'autre part, et de pratique courante, que la moindre asymétrie dans l'accommodation peut entraîner une gêne persistante et parfois insupportable.

Enfin on trouve facilement que si le plan principal image du verre coïncide avec le plan principal objet de l'œil, l'effort accommodatif de l'amétrope corrigé est égal à celui de l'emmétrope, et que si le plan principal image du verre est en arrière du plan principal objet de l'œil, le signe des inégalités est renversé. Cela peut présenter un certain intérêt, si l'on arrive à établir des systèmes correcteurs projetant leur plan principal image loin au delà de la dernière surface matérielle.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude de la constitution des hémocyanines et des hémérythrines au moyen de leur spectre ultraviolet.* Note de MM. **Jean Roche** et **Pierre Dubouloz**, présentée par M. A. Desgrez.

Les hémocyanines, pigments sanguins cuivriques de nombreux Mollusques et Crustacés, se rapprochent des hémérythrines, chromoprotéides respiratoires ferriques des Sipunculiens, par de nombreuses propriétés [1]. Les unes et les autres se combinent à l'oxygène, mais non à l'oxyde de

[1] Les propriétés des hémocyanines sont décrites dans les traités classiques, celles des hémérythrines ont été récemment étudiées par M. Florkin, *C. R. Soc. Biol.*, **111**, 1932, p. 1059, et par J. Roche (*Ibid.*, **112**, 1933, p. 251).

carbone; le métal qu'elles contiennent n'est pas fixé sur un noyau porphyrique, et leurs caractères physico-chimiques les apparentent aux globulines animales.

Nous avons pensé que l'étude du spectre ultraviolet de ces corps et de leurs dérivés pouvait donner des indications utiles sur leur constitution, demeurée jusqu'ici obscure. Voici les principales observations que nous avons faites au moyen de la technique de Chevallier et Dubouloz ([1]) sur l'hémocyanine d'Escargot et sur l'hémérythrine de Siponcle, prises respectivement comme types des deux chromoprotéides, et sur leurs produits de dégradation.

I. *Hémocyanine et hémérythrine oxygénées et réduites.* — Le spectre ultraviolet des deux pigments saturés d'oxygène ou réduits par barbotage prolongé d'hydrogène présente une bande protéique (axe 2780 Å) et une absorption entre 3800 et 3000 Å. Le spectre de l'oxyhémocyanine dans cette zone est caractérisé par une bande dont l'axe est à 3450 Å (Dhéré), celui de l'oxyhémérythrine par une absorption croissante de 3800 à 3000 Å, présentant trois contreforts, respectivement sur 3800, 3550 et 3250 Å. La réduction diminue fortement l'intensité de ces deux spectres. Dans le cas de l'hémocyanine, elle a pour autre conséquence de faire disparaître la bande sur 3450 Å; celle-ci est alors remplacée par une absorption progressive de 3800 à 300 Å, avec trois contreforts, sur 3750, 3400 et 3200 Å.

II. *Dérivés : Hémocuprine et hémoferrine.* — Schmitz ([2]) a montré que l'action des bases sur l'hémocyanine de Poulpe en détache un corps riche en cuivre, l'hémocuprine, qui serait le groupement prosthétique du chromoprotéide. Laporta ([3]) est parvenu au même résultat par l'emploi de l'acétone chlorhydrique suivant une technique renouvelée de celle proposée par Anson et Mirsky pour séparer l'hématine et la globine dans les hémoglobines. On ne sait si ces deux produits sont identiques. Nous avons préparé l'un et l'autre à partir des hémocyanines de Poulpe, de Crabe, d'Escargot.

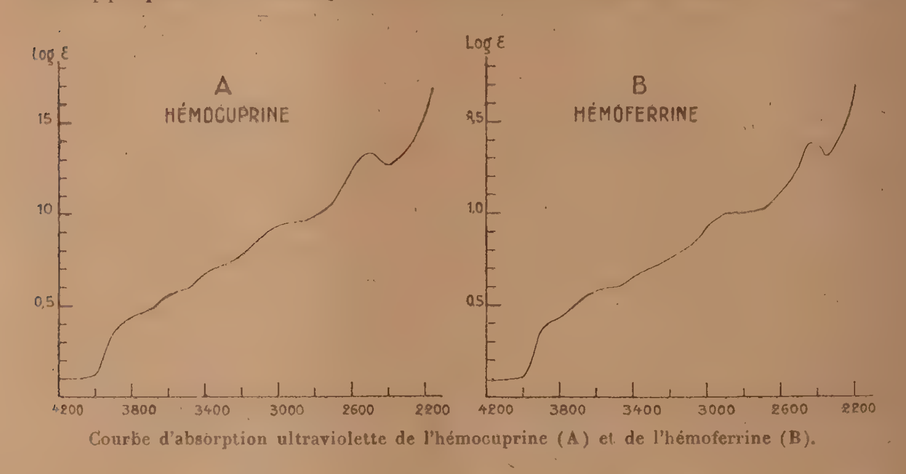
Le dérivé amorphe de Schmitz et le produit cristallisé de Laporta présentent dans tous les cas Poulpe, Crabe, Escargot le même spectre

---

([1]) *Bul. Soc. Chim. Biol.*, **14**, 1932, p. 1076.
([2]) *Zt. f. physiol. Chem.*, **194**, 1931, p. 232.
([3]) *Bol. Soc. Ital. Biol. sper.*, **7**, 1932, p. 630.

ultraviolet. Celui-ci est caractérisé entre 4000 et 3000 Å par une absorption très voisine de celle de l'hémocyanine, et en outre par un contrefort à 2950 Å et une bande à 2475 Å. Les techniques des deux auteurs permettent donc probablement d'obtenir un même corps : l'hémocuprine (Schmitz). Par ailleurs, le spectre de la protéine séparée du complexe cuivrique ne présente qu'une bande à 2775 Å.

En appliquant à l'hémérythrine la méthode de décomposition proposée



Courbe d'absorption ultraviolette de l'hémocuprine (A) et de l'hémoferrine (B).

par Laporta dans le cas de l'hémocyanine, nous avons isolé un dérivé cristallisé, riche en fer, que nous désignons sous le nom d'hémoferrine, et une protéine dépourvue de métal. Le spectre du premier corps (*fig.* 1, courbe B) est très voisin de celui de l'hémocuprine (bande à 2500, contreforts à 3750, 3500, 3200 et 2950 Å). La partie protéique de la molécule, séparée de l'hémoferrine, n'absorbe pas les rayons ultraviolets dans cette région du spectre.

Conclusion. — L'hémérythrine du Siponcle et les hémocyanines du Poulpe, de l'Escargot, du Crabe sont constituées par l'union d'une protéine avec un complexe métallique (hémoferrine et hémocuprine), que nous avons préparé à l'état cristallisé. L'hémocuprine et l'hémoferrine, que l'on peut considérer comme les groupements prosthétiques des chromoprotéides étudiés, absorbent les rayons ultraviolets de façon à peu près identique, ce qui indique probablement une similitude de constitution.

MÉDECINE. — *Électrothérapie galvanique à haute tension.* Note (1) de M. F. Pasteur, transmise par M. d'Arsonval.

L'électrothérapie à courant continu, qu'il s'agisse de galvanisation simple ou d'ionisasion médicamenteuse, s'est toujours pratiquée jusqu'à présent en médecine sous une faible tension réglée par un réducteur de potentiel qui met le patient sur un branchement en dérivation hors du circuit principal. Il est ainsi à l'abri de tout danger. Cette tension, au gré des résistances organiques et suivant la formule d'ohm pour une intensité suffisante, n'atteint jamais 40 volts, quels que soient l'éloignement des électrodes et l'épaisseur des tissus traités et leur nature. Afin d'éviter la corrosion électrolytique de la peau et toute sensation désagréable à ce niveau de piqûre on de cuisson, il suffit de ne pas dépasser le milliampère par centimètre carré pendant 30 à 40 minutes. Dans ces conditions, le courant se répartit dans l'organisme au prorata des résistances internes des tissus; mais il n'est pas certain qu'ils soient tous traversés et que toutes les lésions soient atteintes, en tout cas, d'une façon suffisante par les ions thérapeutiques.

Ainsi s'expliquerait des échecs contraires aux plus légitimes prévisions basées sur la clinique et que confirment les observations antérieures pour des lésions anatomo-pathologiques semblables et ressortissant ainsi d'un même traitement électrothérapique. De telles inconséquences et les considérations que je viens de faire m'ont conduit à penser que ces insuccès seraient probablement dus à une tension insuffisante et qu'il était justifié de faire appel à un facteur de puissance doué en conséquence d'une plus grande énergie électrolytique. En procédant progressivement à ces recherches avec un maximum de sécurité, je puis affirmer que le traitement reste inoffensif autant pour l'économie générale que pour l'état local. Dans ces conditions, j'ai pu atteindre un potentiel de 2000 volts.

Le courant alternatif de ville après transformation est redressé à l'aide d'une valve biplaque. Un circuit de filtrage formé par deux capacités et une self de choc régulatrice rendait le courant à peu près constant. Les

(1) Séance du 20 février 1933.

malades n'accusent à son passage qu'une sorte de sensation chaude au pôle positif et de petits picotements au pôle négatif et qui paraissent se poursuivre assez loin à l'intérieur des tissus sur les trajet le plus court entre les deux électrodes. Une série de résistances fixes ou variables, directes ou en dérivations de 200000 à 400000 ohms complètent le circuit d'utilisation. Un appareillage ainsi constitué est capable de donner aux bornes 15 à 20 milliampères, intensité limite qui répond à toutes les affections et ne doit pas être dépassée. La largeur des électrodes suivant la région sur laquelle elles sont appliquées règle la densité au courant. En cas de sensibilité particulière du sujet rien n'empêche d'en réduire ou augmenter la surface et par compensation de diminuer ou prolonger la séance si on le juge nécessaire. Tous les résultats cliniques ont confirmé mes prévisions pour des affections inutilement traitées ou insuffisamment améliorées par de nombreux et longs soins médicaux et physiothérapiques antérieurs. Cette Note ne permet pas de les rapporter tout au long. Leur exposé paraîtra prochainement au complet dans une publication médicale. Elles peuvent toutefois être ainsi résumées afin d'en montrer tout l'intérêt et la grande variété.

Je signalerai d'abord deux impotences fonctionnelles des membres supérieurs gauche et droit avec zones d'insensibilité, atrophies des muscles dont certains présentaient la réaction de dégénérescence, des troubles trophiques et circulatoires des mains. Ces lésions étaient dues l'une et l'autre chez deux sujets différents à des blessures par balle transfixive de l'épaule correspondante avec inclusion cicatricielle probable du plexus brachial. Elles étaient justiciables d'une intervention chirurgicale. La rétrocession des troubles sensitifs fut immédiate et le retour des mouvements eut lieu après quatre traitements pour l'un des malades, pour l'autre, l'évolution est en partie achevée pour ce qui peut être récupéré. Une tendino-cellulite du tendon d'Achille gauche à son insertion calcanéenne, de la grosseur d'une petite noix ionisée à l'iodure de potassium pendant trois semaines sans résultat appréciable est atténuée en une séance au point que le patient peut s'élever sur la pointe des pieds. Elle est guérie après trois applications.

Deux arthralgies, l'une du coude, l'autre du genou, résultant d'un fracas par balle qui a nécessité une opération soit d'une part pour enlever des esquilles osseuses et régulariser les surfaces articulaires et de l'autre une résection partielle du ménisque, deviennent indolores, permettent les mou-

vements respectivement en deux et quatre séances avec disparition de l'œdème. Quatre autres arthralgies traumatiques sans lésions décelées à la radiographie, sont guéries, dont deux avec hydarthroses, la dernière étant à sa troisième ponction. Une lombalgie rebelle datant de sept mois guérie en une séance, permettant à la malade de porter des seaux d'eau, ce qu'elle ne faisait plus depuis fort longtemps. D'autres observations plus importantes encore sont en cours, mais celles qui existent et sont rapportées sont assez impressionnantes pour mériter d'être citées. Elles créent la certitude que le courant galvanique à haute tension doit désormais faire partie de l'électrothérapie. On peut encore envisager de plus hautes tensions avec l'espoir qu'un jour elles permettront peut-être de penser à la possibilité de disloquer et détruire ces cellules des tissus néoformés qui ont jusqu'à ce jour résisté et montré par leur développement invincible, notre impuissance à les guérir.

A 15h45m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16h15m.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 5 décembre 1932.)

Note de M. *R. Sutra*, Acétolyse de l'amidon :

Page 1079, ligne 4 à partir du bas, *au lieu de* poudre cristalline, *lire* poudre d'apparence cristalline; ligne 2 à partir du bas, *au lieu de* la même poudre cristalline, *lire* la même poudre.

(Séance du 6 février 1933.)

Note de M. *A. Lalande*, Points de congélation des mélanges binaires d'alcool éthylique et d'éther éthylique :

Page 403, ligne 5, *au lieu de* 0,5 degré près, *lire* 0,05 degré près.

(Séance du 20 février 1933.)

Note de Mlle *M. Quintin*, Étude du coefficient de température de la chaîne : cuivre, sulfate de cuivre; sulfate mercureux, mercure :

Page 539, ligne 28, le tableau doit être lu sous la forme suivante :

c mol-gr/litre...............	0,525	0,105	0,02625	0,0105	0,00525	0,00105
$\frac{\Delta E}{\Delta t} \cdot 10^{-4}$ volt par degré......	−4,0	−3,3	−2,1	−1,2	+0,3	+0,5